

Proportions and Geometry of the Human Body in Freehand Drawing Founding of the Digital Representation

Alessandra Avella, Nicola Pisacane



11-12 2021

Body drawing has always been a current topic. In the past it was mainly linked to the figurative arts, nowadays it refers to all project fields in architecture, product design and fashion. Due to its transversal character, the body drawing has been the subject of both analog and digital representations. If the ways in which it was represented have adapted over time to technical and digital innovations, the geometric and proportional principles underlying the drawing of the human figure have remained almost unchanged. Precisely the permanence still today in the body digital modeling of the proportional relationships encoded starting from the Renaissance constitutes the interest from which this research begins. If in the Renaissance the principles for the representation of architectural spaces in artistic works were well known, the principles for the construction of the image of the human figures present in them were less debated by treatises. The paper analyzes in the context of the treatises of the time the section of the volume by Abraham Bosse in which the author introduces a method for drawing and also for the relief of the human body, synthesizing it with a knot scheme defined by the same author as 'wire figure'. This scheme becomes the starting point to build graphically and with freehand drawing techniques the representation of anatomical shapes and therefore of the drapery of the dress worn. The graphic analysis compares the dimensions between the anatomical parts in the time and current measurement systems.

Keywords: anthropometry, Bosse, human figure.

1. Introduction

The newness of the topic of freehand thinking is declined in this paper through the study of the proportional relationships of the human body from the past to the contemporary by means of the drawing. As part of the large treatises on this topic, this research focuses attention on the work by Abraham Bosse for the innovative approach compared to the time and for the manual dimension linked to the operational practice of creating a specific scale model of the human body and the relative instrument for its survey. The topical character emerges both in the approach used and in the critical process underlying the construction of the 3D plastic model and the action of surveying the model itself. Both actions, modeling and surveying, carried out in the meanings and according to the procedures indicated by Bosse, refer to the use of techniques and manual tools that allow the continuous control of the executive process and the verification of the graphic result.

The proposed analyzes are aimed at the representation in real shape of extremely brief model of the human figure Bosse developed

to identify the proportional relationships of the anatomical body, as well as conduct a dimensional comparison between the anatomical parts in time and current measurement systems, also in relation to the contemporary digital twin of the human body.

2. Proportional and Geometric Permanences in Human Body Drawing

Body drawing has always been a topical theme. Since ancient times, the body, the way of conceiving and drawing it, the function and meanings assigned to it, has played a decisive role in defining the foundations of every form of representation. In the past the great ancient civilizations (Indian, Egyptian, Greek, Roman) recognized in the human body the best example in terms of beauty and harmony, and from it derived the rules of proportion adopted for the sculptural and painting representations of the human figure, the same happened in medieval and modern times. From the Egyptian proportional system, the oldest documented in the field of history of art, based on a regular, rigid and hieratic subdivision of the human figure through an anatomical module, we



11-12 2021

Proporzioni e geometria del corpo umano nel disegno manuale prodromici alla rappresentazione digitale

Alessandra Avella, Nicola Pisacane

Il disegno del corpo è un tema da sempre attuale. In passato era legato prevalentemente alle arti figurative, oggi è riferito a tutti gli ambiti del progetto, in architettura, nel design del prodotto e nella moda. Proprio per la sua trasversalità il disegno del corpo è stato oggetto di rappresentazioni sia analogiche che digitali. Se le modalità con le quali è stato rappresentato si sono adeguate nel tempo alle innovazioni tecniche e digitali, i principi geometrici e proporzionali alla base del disegno della figura umana sono rimasti pressoché invariati. Proprio la permanenza fino ad oggi nella modellazione digitale del corpo umano dei rapporti proporzionali codificati a partire dal Rinascimento, costituisce l'interesse da cui principia la presente ricerca. Se nel Rinascimento erano ben noti i principi per la rappresentazione degli spazi architettonici nelle opere artistiche, meno affrontati dalla trattatistica erano i principi per la costruzione dell'immagine delle figure umane in esse presenti. Il contributo analizza nell'ambito della trattatistica dell'epoca la sezione del volume di Abraham Bosse in cui l'autore introduce un metodo per il disegno e anche per il rilievo del corpo umano, sintetizzandolo con uno schema a nodi definito dallo stesso autore "a filo di ferro". Tale schema diventa il punto di partenza per costruire graficamente e con l'ausilio delle tecniche del disegno a mano libera la rappresentazione delle forme anatomiche e quindi del pannello dell'abito indossato. L'analisi grafica a supporto della trattazione pone a confronto le dimensioni tra le parti anatomiche nei sistemi di misura del tempo ed attuali.

Parole chiave: antropometria, Bosse, figura umana.

1. Introduzione

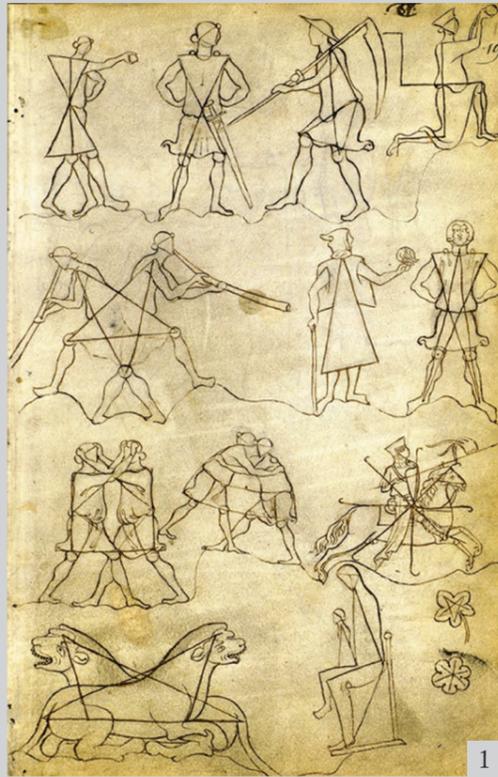
L'attualità del tema del pensiero a mano libera è declinata nel presente articolo attraverso lo studio dei rapporti proporzionali del corpo umano dal passato alla contemporaneità attraverso il disegno. Nell'ambito dell'ampia trattatistica sul tema la presente ricerca focalizza l'attenzione sull'opera di Abraham Bosse per l'approccio innovativo rispetto all'epoca e per la dimensione manuale legata alla prassi operativa della realizzazione di uno specifico modello in scala del corpo e del relativo strumento per il suo rilievo. Il carattere di attualità emerge tanto nell'approccio impiegato quanto nel processo critico alla base della costruzione del modello plastico tridimensionale e dell'azione del rilevare il modello. Entrambe azioni, il modellare e il rilevare, eseguite nelle accezioni e secondo le procedure indicate da Bosse, rimandano ad un uso di tecniche e di strumenti manuali che permettono il continuo controllo del processo esecutivo e la verifica dell'esito grafico.

Le analisi che si propongono sono tese alla rappresentazione in vera forma dello schema a nodi proposto da Bosse al fine di individua-

re i rapporti proporzionali nella figura umana, oltre che condurre un confronto dimensionale tra le parti anatomiche nei sistemi di misura del tempo ed attuali, anche in relazione ai contemporanei *digital twin* del corpo.

2. Permanenze proporzionali e geometriche nel disegno del corpo

Il disegno del corpo è un tema da sempre attuale. A partire dall'antichità il corpo, il modo di concepirlo e disegnarlo, la funzione ed i significati ad esso assegnati, ha avuto un ruolo decisivo nella definizione dei fondamenti di ogni forma di rappresentazione. In passato le grandi civiltà antiche (indiana, egiziana, greca, romana) riconobbero nel corpo l'esempio vivente più alto in termini di bellezza ed armonia, e da esso derivarono le regole di proporzione adottate per le rappresentazioni plastiche e pittoriche della figura umana, altrettanto avvenne in epoca medioevale e moderna. Dal sistema proporzionale egizio, il più antico documentato nel campo della storia dell'arte, basato su una suddivisione regolare, rigida e ieratica della figura umana attraverso un modulo anatomico, si passa, vo-



lo” (“the commensurability of each individual member of the work and of all the members in the whole of the work, by means of a certain unit of measurement or module”; Vitruvio 1960: 95), according to a precise aesthetic canon derived precisely from the system of human proportions and closely related to it. In the Middle Ages the problem of the representation of the human figure and the adoption of a system of body proportioning is faced according to a twofold approach, on one hand the purely theoretical-philosophical one with references to the Vitruvian standard and text, not always correctly understood and interpreted, and to the ‘pseudo-Varronian’ or ‘Italo-Byzantine’ standard¹ as an alternative to that of the Latin architect, on the other hand, a more empirical and geometric-technical approach adopted in the workshops by the artists of the time. These, committed to solving properly practical problems related to sculptural and painting representation of the human figure, experiment with procedures that on the basis of a proportional relationships lead to a system of formal simplification and geometric schematization of the body. Geometric schematizations of the human figure to facilitate its execution are present in the drawings contained in some sheets of the *Taccuino*² by the architect Villard de Honnecourt, a French artist active at the beginning of the 13th century (fig. 1). In particular, in sheets 18 and 19, both front/back, which Villard himself dedicates to the study of the design of figures according to ‘the art of geometry’ (Villard de Honnecourt 1986: 131), human figures are associated with geometries that regulate their development and articulation in space³: two musicians follow the tips of a star, a falconer underlies a triangle, a soldier reveals the diagonals of his anatomy, bodies and geometry are exercised mutually in a singular gymnastics (Comar 1992: 13). During the Renaissance both approaches to the theme of anthropomorphic proportions for the representation of the human figure, the purely theoretical-philosophical and the properly technical-practical, in some cases merge and in others separate the prerogative of one or the other.

Since the 16th century, in fact, the rules of

Figure 1
Villard de Honnecourt, *Études et tracés géométriques*. © Paris, Bibliothèque nationale de France, Français 19093, fol. 37.

Figure 2
Francesco di Giorgio Martini, *Trattato di architettura civile e militare*, III-0015, 0017, 1841.

1. For an in-depth review on the topic see BERRA 1993: 273.

2. *Taccuino*, which in his drawings seems to hide what Renato Sparacio called ‘occult treatise on geometry’ (SPARACIO 1999: 292), represents the best source thanks to which we are aware of the proportional scheme of the human figure according to the Gothic method.

3. Some sheets of *Taccuino* are dedicated to the ‘method of representing the figures’, as can also be seen in the inscription on the back of sheet 18: “Here begins the method to draw the figures as the art of geometry teaches, so as to work with ease”. The one proposed by Villard for the simplified construction of the design of the figure through a geometrizing grid is still a very current approach. The proposed technique, in fact, is also widely used in modern animation studios for the preparation of cartoons to make the illusion of the movement of the various characters. The latter are built with geometrized and stylized structures that facilitate the execution of the thousands of drawings of the figure in the different positions assumed during the movement.

Figura 1
Villard de Honnecourt, *Études et tracés géométriques*. © Paris, Bibliothèque nationale de France, Français 19093, fol. 37.

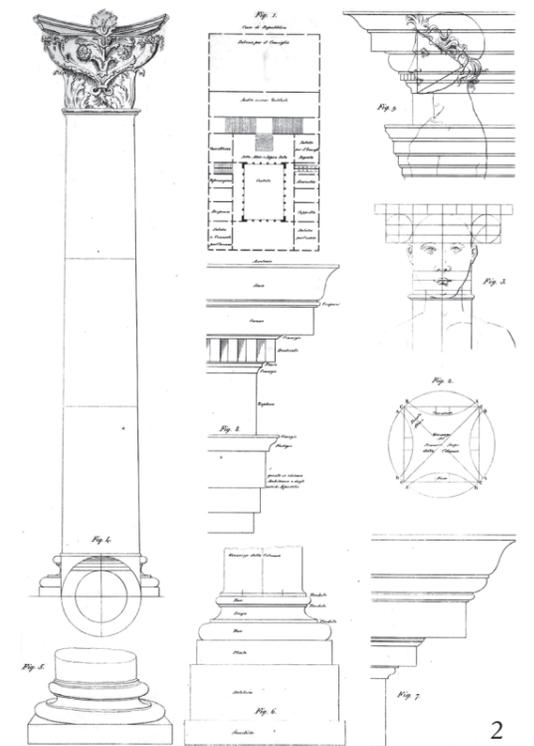
Figura 2
Francesco di Giorgio Martini, *Trattato di architettura civile e militare*, III-0015, 0017, 1841.

1. Per un’approfondita rassegna sul tema si veda BERRA 1993: 273.

2. Il *Taccuino*, che nei suoi disegni sembra nascondere quello che Renato Sparacio ha definito “occulto trattato di geometria” (SPARACIO 1999: 292), rappresenta la migliore fonte grazie alla quale siamo a conoscenza dello schema proporzionale della figura umana secondo il metodo gotico.

3. Alcuni fogli del *Taccuino* sono dedicati proprio al “metodo per rappresentare le figure”, come si evince anche nell’iscrizione posta sul retro del foglio 18: «Qui comincia il metodo per disegnare le figure come l’insegna l’arte della geometria, così da lavorare con facilità». Quello proposto da Villard per la costruzione semplificata del disegno della figura attraverso una griglia geometrizzante è un approccio ancora molto attuale. La tecnica proposta, infatti, è utilizzata diffusamente anche nei moderni studi di animazione per la preparazione dei cartoni animati per rendere l’illusione del movimento dei vari personaggi. Questi ultimi vengono costruiti con strutture geometrizzate e stilizzate che facilitano l’esecuzione delle migliaia di disegni della figura nelle diverse posizioni assunte durante il movimento.

lendo restringere il reticolo dei riferimenti alle fonti classiche e protoumanistiche del mondo occidentale, a quello meno schematico adottato in epoca classica dagli artisti ellenici basato sul principio dei rapporti armonici tra le parti anatomiche secondo una concezione di matrice matematico-proporzionale (che probabilmente influì sulla teoria pitagorica), e alla codifica del canone di Vitruvio (architetto romano del I sec. a.C.) costruito, a partire dalle precedenti teorie, su una logica modulare secondo cui la figura umana può essere divisa esattamente in parti uguali e regolari, come lo stesso autore riporta nel terzo libro del suo *De Architectura* all’interno di un discorso specifico sulla tecnica architettonica. L’analogia tra corpo ed architettura costituirà il fondamento teorico dell’architettura classicistica secondo cui la bellezza delle costruzioni è identificata con la *symmetria* che si origina dalla *proportio* intesa come «la commisurabilità di ogni singolo membro dell’opera e di tutti i membri nell’insieme dell’opera, per mezzo di una determinata unità di misura o modulo» (Vitruvio 1960: 95), secondo un preciso canone estetico desunto proprio dal sistema delle proporzioni umane e ad esso strettamente correlato. Nel Medioevo il problema della rappresentazione della figura umana e l’adozione di un sistema di proporzionamento del corpo viene affrontato secondo un duplice approccio, da una parte quello puramente teorico-filosofico con riferimenti al canone e al testo vitruviano, non sempre correttamente compreso ed interpretato, ed al canone “pseudo-varroniano” o “italo-bizantino”¹ quale alternativa a quello dell’architetto latino, dall’altra un approccio più empirico e geometrico-tecnico adottato nelle botteghe dagli artisti dell’epoca. Questi, impegnati a risolvere problemi propriamente pratici legati alla rappresentazione plastica e pittorica della figura umana, sperimentano procedimenti che sulla base di una relazione di rapporti proporzionali portano ad un sistema di semplificazione formale e di schematizzazione geometrica del corpo. Schematizzazioni geometriche della figura umana per facilitarne l’esecuzione sono presenti nei disegni contenuti in alcuni fogli del *Taccuino*² dell’architetto Villard de Honnecourt, un artista francese at-



tivo all’inizio del Duecento (fig. 1). In particolare, nei fogli 18 e 19, entrambi fronte/retro, che lo stesso Villard dedica allo studio del disegno delle figure secondo “l’arte della geometria” (Villard de Honnecourt 1986: 131), le figure umane vengono associate a geometrie che ne regolano lo sviluppo e l’articolazione nello spazio³: due musicisti seguono le punte di una stella, un falconiere sottende un triangolo, un soldato svela le diagonali della sua anatomia, corpi e geometria si esercitano mutualmente in una singolare ginnastica (Comar 1992: 13). Durante il Rinascimento entrambi gli approcci al tema delle proporzioni antropomorfe per la rappresentazione della figura umana, quello puramente teorico-filosofico e quello propriamente tecnico-pratico, in alcuni casi si fondono ed in altri si separano appannaggio dell’uno o dell’altro.

A partire dal Cinquecento, infatti, le norme di proporzionamento per la rappresentazione del corpo e le teorie proiettive introdotte per la soluzione del problema prospettico e le relative implicazioni geometriche sono un fatto di tale importanza culturale e scientifico-artistica da

proportioning for the representation of the body and the projective theories introduced for the solution of the perspective problem and the related geometric implications are a fact of such cultural and scientific-artistic importance as to interest the most famous authors in the dual position of protagonists of the operational culture of artistic making and forerunners of the codification of the science of representation. The treatises of the most famous Renaissance theorists and artists illustrate and describe the geometric constructions they use for the perspective representation of the architectural space and the human figures present in it, for which the greatest difficulty lies in overcoming the problems related to the application of the principles of legitimate perspective to bodies of irregular surface, that in addition move in space. The result of such attempts are representations in single or multiple projections of the body or its anatomical parts that somehow anticipate the theoretical and practical rules of the future codification of Gaspard Monge in his *Géométrie descriptive*.

3. Body and Architecture: from Anthropomorphism to Anthropometry

The Renaissance treatises, supporting the anthropomorphic character of architecture, develops systems of body proportioning referring, in order not to interrupt the link with antiquity, to the previous experiences of the Vitruvian standard and the ‘pseudo-Varronian’ standard to which it applies variants, additions and additions to define a module for reading ancient works and designing for new factories. In continuity with the story of Vitruvius⁴, which introduces the proportional system of architectural orders borrowing from the human figure the invention of columns, the anthropomorphic roots of architecture are traced in the drawings of the famous *Trattato di architettura* by Francesco di Giorgio Martini, for which the “*templi sono di forme diverse osservando le misure proporzioni a esse appartenenti, le quali dal corpo umano tutte tratte sono*” (“temples are of different shapes by observing the proportions and proportions belonging to them, which are all taken from the human body”). The drawings show the re-

lationships between the morphology of architectural moldings and the shapes of the human body, assimilating, for example, nose and drip tray or defining ‘throat’ the concave-convex shape of the cymatium and *frontone* the tympanum (fig. 2). In this regard, the tables by Jacques Francois Blondel⁵ on the relationship between physiognomy and tuscan architectural orders, according to the treatises of Scamozzi and Vignola, are an example of singular interest (fig. 3).

The qualities of architecture, therefore, take a corporeal characteristics, so much that for Filarete “the columns are dwarf and giant” and the face in the human body, which “*ha in sé la bellezza principale [...] per la quale si conosce ciascheduno*” (“has within itself the main beauty [...] for which each one is known”, Filarete 1976: 25), is associated with the façade of a building in which, like a living organism, resides the hierarchy of the parts that compose it. The relationships between racial and architectural profiles and the examination of these relationships through a sociological interpretation of architecture is told in the drawings (Pond 1918) by Irving K. Pond⁶, according to which the column and the Greek capital would repeat their shapes from the bundles of branches of the ancient temple to which the terracotta tiles that served as support for the architrave (Zevi 1993) were superimposed (fig. 4); and in the drawings (Bragdon 1922) by Claude Bragdon⁷, according to which, in architecture everything has a gender (as indicated in the second law of architecture, polarity), feminine or masculine, for which the column is masculine, the architrave is female, the abacus is male, the echino is female, the triglyphs are male, the metopes are female, a tower is male, a flat roof is female (fig. 5).

Anthropometry will be recognized as an autonomous science only in the 19th century thanks to the work of the Belgian Adolfo Quételet (1796-1874), to whom we owe the introduction of the statistical model of the average man. In the 20th century while Le Corbusier, performing an application of the golden ratio in his *Modulor* (1945) gave life to an architecture ‘on a human scale’, the Bauhaus and the Modern Movement introduced the structure of the

Figure 3
Jacques-François Blondel.
Relazione fra la fisiognomia e gli ordini architettonici secondo i trattati di Scamozzi e Vignola, in PORTOGHESI P. (1999), *Natura e Architettura*, Milan, Skira.

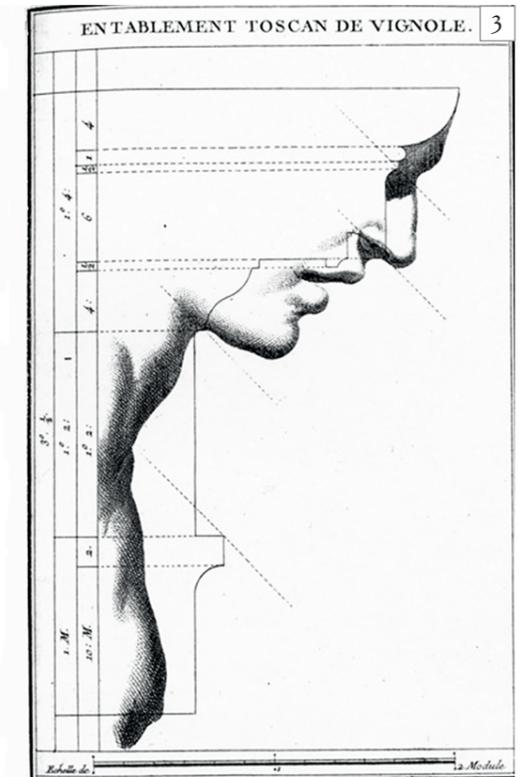
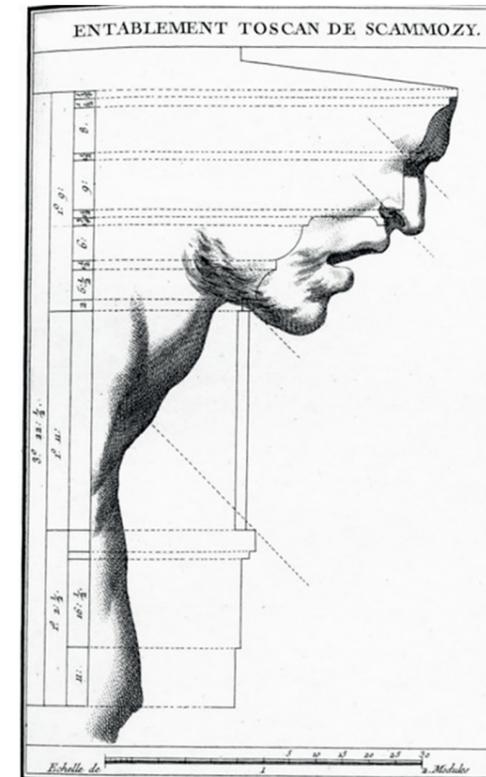
4. The work of Vitruvius remained indisputably for a long time, thanks to the authority that the author himself had acquired, the starting point for any theoretical-philosophical dissertation on the theme of proportion and above all on its relationship with architectural structures. On the diffusion of the Vitruvian text in the 14th and 16th centuries see BERRA 1993: 289.

5. Jacques-François Blondel (Rouen 1705 - Paris 1774), architect, urban planner and French theorist, was the founder in 1743 of the *École des Arts de Paris*. Main supporter of the classicist current French in the 18th century, he opposed the gracefulness of the Rococo in favor of an architecture inspired by the principles of rationality.

6. Irving K. Pond (Ann Arbor, 1857 - Washington, 1939) is an American architect and author. In 1886 he founded the Chicago Architecture Society Pond and Pond in collaboration with his brother Allen Bartlett Pond. Their buildings are considered among the best examples of Arts and Crafts architecture in Chicago.

7. Claude Fayette Bragdon (Oberlin, 1866 - New York, 1946), American architect, artist, writer and publisher, was active in the Theosophical Society in America.

Figura 3
Jacques-François Blondel.
Relazione fra la fisiognomia e gli ordini architettonici secondo i trattati di Scamozzi e Vignola, in PORTOGHESI P. (1999), *Natura e Architettura*, Milano, Skira.



4. L'opera di Vitruvio è rimasta indiscutibilmente per lungo tempo, grazie all'autorità che aveva acquisito lo stesso autore, il punto da cui partire per ogni dissertazione di tipo teorico-filosofica sul tema della proporzione e soprattutto sul suo rapporto con le strutture architettoniche. Sulla diffusione del testo vitruviano nel Quattro e Cinquecento cfr. BERRA 1993: 289.

5. Jacques-François Blondel (Rouen, 1705 - Parigi, 1774), architetto, urbanista e teorico francese, fu il fondatore nel 1743 della *École des Arts di Parigi*. Principale sostenitore della corrente classicista francese nel Settecento, avversò le leggiadrie del rococò a favore di un'architettura ispirata ai principi della razionalità.

interessare i più celebri trattatisti nella duplice posizione di protagonisti della cultura operativa del fare artistico e di antesignani della codificazione della scienza della rappresentazione. I trattati dei più noti teorici ed artisti rinascimentali illustrano e descrivono le costruzioni geometriche di cui si avvalgono per la rappresentazione prospettica dello spazio architettonico e delle figure umane in esso presenti, per le quali la maggiore difficoltà risiede nel superare i problemi legati all'applicazione dei principi della prospettiva legittima a corpi di superficie irregolare, che in più si muovono nello spazio. Il risultato di tali tentativi sono rappresentazioni in proiezioni singole o multiple del corpo o di sue parti anatomiche che in qualche modo anticipano le regole teoriche e pratiche della futura codificazione di Gaspard Monge nella sua *Géométrie descriptive*.

3. Corpo e architettura: dall'antropomorfismo all'antropometria

La trattatistica rinascimentale, sostenendo il carattere antropomorfo dell'architettura, sviluppa

systemi di proporzionamento del corpo rifacendosi, per non interrompere il legame con l'antichità, alle esperienze precedenti del canone vitruviano e del canone “pseudo-varroniano” ai quali applica varianti, aggiunte ed integrazioni per definire un modulo di lettura delle opere antiche e di progettazione per le nuove fabbriche. In continuità con il racconto di Vitruvio⁴, che introduce il sistema proporzionale degli ordini architettonici mutuando dalla figura umana l'invenzione delle colonne, le radici antropomorfe dell'architettura si rintracciano nei disegni del celebre *Trattato di architettura* di Francesco di Giorgio Martini, per il quale i «templi sono di forme diverse osservando le misure proporzioni a esse appartenenti, le quali dal corpo umano tutte tratte sono». I disegni illustrano le relazioni tra la morfologia delle modanature architettoniche e le forme del corpo umano, assimilando, ad esempio, naso e gocciolatoio o definendo “gola” la sagoma concava-convessa della cimasa e frontone il timpano (fig. 2). A tal proposito, le tavole di Jacques Francois Blondel⁵ sulle relazioni fra la

minimal functional from which the percentile theory particularly applied through ergonomics in architecture and design will derive.

4. Proportions and Geometry in the Drawings of the Human Figure in the Work by Abraham Bosse

Human body drawing, because of its transversality, has been the topic of both analogic and digital representations. From the static nature inherent in the type of representation that for centuries has stratified information through a succession of 2D images, we have passed today to the 3D representation in a virtual space of the digital clone, a sort of virtual sculpture, with full control of its movements.

The advent of the latest digital technologies has allowed to represent in a virtual environment the movements and poses of the ‘structural skeleton’ that underlies the body, through the latest trends in parametric modeling and 3D animation.

If the ways in which the body has been represented have adapted over time to technical and digital innovations, the geometric and proportional principles underlying the human figure drawing have remained almost unchanged. Precisely the permanence until today in the

human body digital modeling of the proportional relationships codified since the Renaissance, constitutes the interest from which this research begins.

In particular, this study, continuing the research already started by the authors on the same topic (Avella 2018; Avella 2019; Pisacane, Avella 2020), deepens the analysis of some drawings contained in the *Traité des pratiques géométrales et perspectives* (1665) by Abraham Bosse, which is part of a large number of manuals and tables for the correct use in the drawing of the projective theories introduced starting from the 16th century. In the treatise, edited for didactic purposes, the author deepens the study of geometry in general and perspective in particular through a sequence of images with caption, favoring illustration for the descriptive geometric construction, formulated starting from the teachings of his master Gérard Desargues (1591-1661) and his geometric-perspective theories⁸.

The drawings of the French engraver here analyzed, which illustrate the proportioning rules and the perspective representation methods of the human figure, have been appropriately selected among those accompanying the treatise.

Figure 4
Origin of the capitelli and Racial and sociological interpretation of architecture by Pond (POND 1918: fig. 9, p. 94; fig. 13, p. 120; fig. 20, p. 123).

8. The geometric-perspective theories by Gérard Desargues are described in his *Brouillon Project* of 1640, of which A. Bosse became the main popularizer in his writings and within the Accadémie Royal de Peinture et Sculpture.

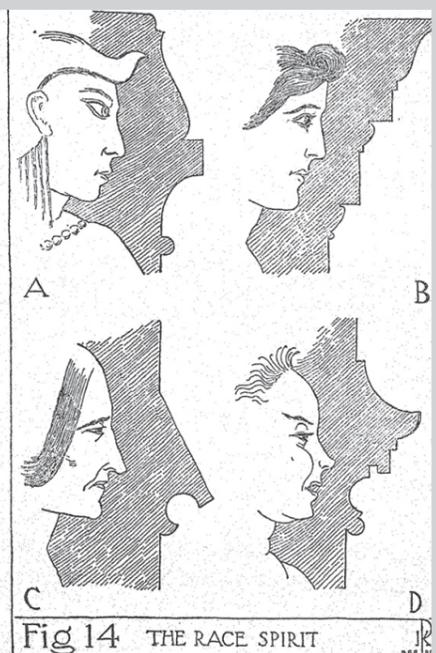
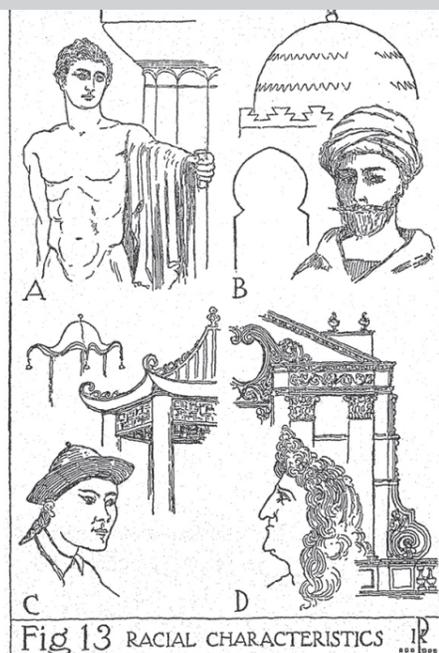
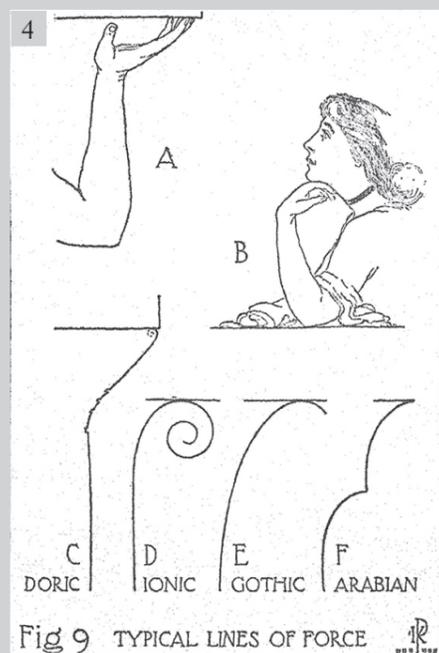


Figura 4
Origine dei capitelli e l'interpretazione razziale e sociologica dell'architettura secondo il Pond (POND 1918: fig. 9, p. 94; fig. 13, p. 120; fig. 20, p. 123).

fiisognomia e gli ordini architettonici tuscanici, secondo i trattati di Scamozzi e Vignola, ne sono un esempio di singolare interesse (fig. 3). Le qualità dell'architettura, pertanto, assumono caratteri corporei, tanto che per Filarete «le colonne sono nani e giganti» ed il volto nel corpo umano, che «ha in sé la bellezza principale [...] per la quale si cognosce ciascheduno» (Filarete 1967: 25), è associato alla facciata di un edificio nel quale, analogamente ad un organismo vivente, risiede la gerarchia delle parti che lo compongono. Le relazioni tra profili razziali e profili architettonici e l'esame di tali relazioni attraverso un'interpretazione di tipo sociologica dell'architettura è raccontata nei disegni (Pond 1918) di Irving K. Pond⁶, secondo cui la colonna ed il capitello greco ripeterebbero le loro forme dai fasci di rami dell'antico tempio cui venivano sovrapposte le mattonelle di terracotta che servivano d'appoggio all'architrave (Zevi 1993; fig. 4); e nei disegni (Bragdon 1922) di Claude Bragdon⁷, secondo cui, in architettura ogni cosa ha un sesso (come indicato nella seconda legge dell'architettura, la polarità), femminile o maschile, per cui la colonna è maschile, l'architrave femminile, l'abaco maschile, l'echino femminile, i triglifi maschili, le metope femminili, una torre è maschile, un tetto piano femminile (fig. 5).

6. Irving K. Pond (Ann Arbor 1857 - Washington 1939) è architetto ed autore americano. Nel 1886 fondò la società di architettura di Chicago Pond and Pond in collaborazione con suo fratello Allen Bartlett Pond. I loro edifici sono considerati tra i migliori esempi di architettura Arts and Crafts a Chicago.

7. Claude Fayette Bragdon (Oberlin 1866 - New York 1946), architetto, artista, scrittore ed editore americano, fu attivo nella Società Teosofica in America.

8. Le teorie geometrico-prospettive di Gérard Desargues sono descritte nel suo *Brouillon Project* del 1640, delle quali A. Bosse divenne il principale divulgatore nei suoi scritti e all'interno dell'Accadémie Royal de Peinture et Sculpture.

L'antropometria verrà riconosciuta come scienza autonoma solo nel XIX secolo grazie all'opera del belga Adolfo Quételet (1796-1874), al quale si deve l'introduzione del modello statistico dell'uomo medio. Nel XX secolo mentre Le Corbusier, eseguendo un'applicazione della sezione aurea nel suo *Modulor* (1945) dà vita ad un'architettura “a misura d'uomo”, la Bauhaus e il Movimento Moderno introducono la struttura del minimo funzionale da cui deriverà la teoria del percentile particolarmente applicata attraverso l'ergonomia in architettura e nel design.

4. Proporzioni e geometria nei disegni della figura umana nell'opera di Abraham Bosse

Proprio per la sua transversalità il disegno del corpo è stato oggetto di rappresentazioni sia analogiche che digitali. Dalla staticità insita nel tipo di rappresentazione che per secoli ha stra-

tificato informazioni attraverso una successione di immagini bidimensionali, si è passati oggi giorno alla rappresentazione tridimensionale in ambiente virtuale del clone digitale, una sorta di scultura virtuale, con il pieno controllo dei suoi movimenti.

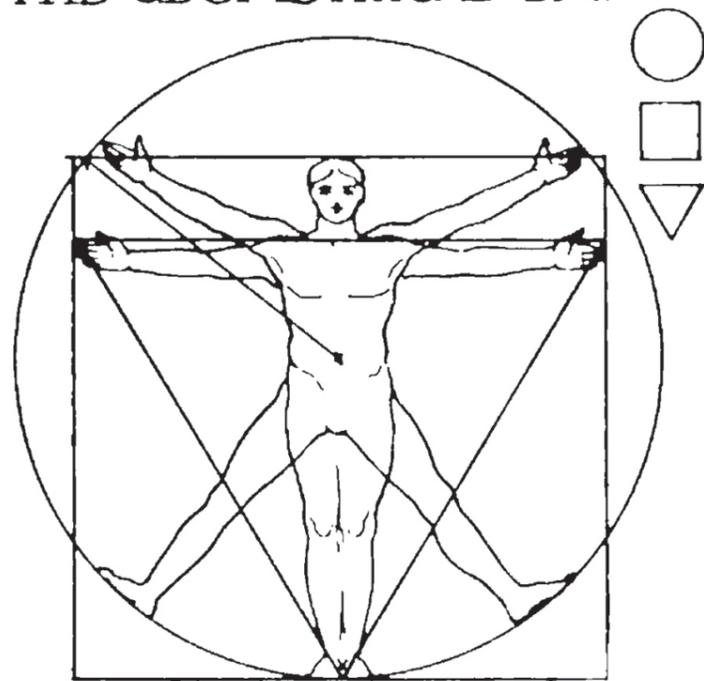
L'avvento delle più recenti tecnologie digitali ha permesso di rappresentare in ambiente virtuale i movimenti e le pose dello “scheletro strutturale” che sottende il corpo, attraverso le ultime tendenze della modellazione parametrica e dell'animazione tridimensionale.

Se le modalità con le quali il corpo è stato rappresentato si sono adeguate nel tempo alle innovazioni tecniche e digitali, i principi geometrici e proporzionali alla base del disegno della figura umana sono rimasti pressoché invariati. Proprio la permanenza fino ad oggi nella modellazione digitale del corpo umano dei rapporti proporzionali codificati a partire dal Rinascimento, costituisce l'interesse da cui principia la presente ricerca.

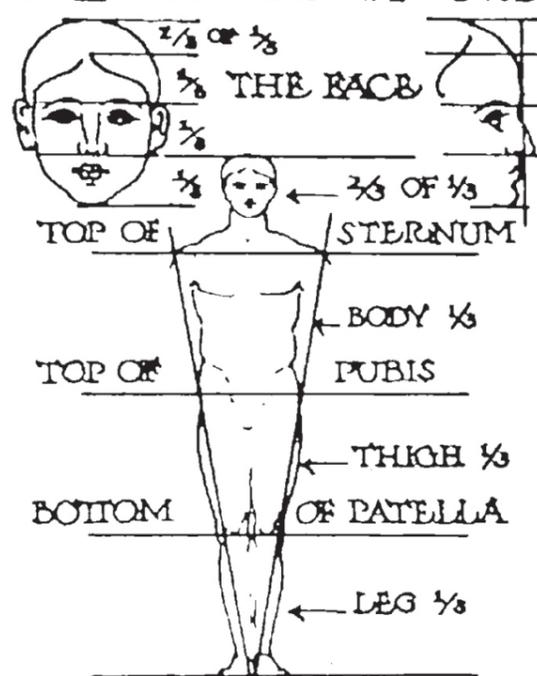
In particolare, lo studio che qui si presenta, proseguendo le ricerche già avviate dagli autori su questo stesso tema (Avella 2018; Avella 2019; Pisacane, Avella 2020), approfondisce l'analisi di alcuni disegni contenuti nel *Traité des pratiques géométrales et perspectives* (1665) di Abraham Bosse, che si inserisce nel copioso numero di manuali e tavole destinati al corretto impiego nel disegno delle teorie proiettive introdotte a partire dal Cinquecento. Nel trattato, nato per fini didattici, l'autore approfondisce lo studio della geometria in generale e della prospettiva in particolare attraverso una sequenza di immagini con didascalie, privilegiando l'illustrazione per la descrizione del metodo adottato per la costruzione geometrica prospettica, formulato a partire dagli insegnamenti del suo maestro Gérard Desargues (1591-1661) e dalle sue teorie geometrico-prospettive⁸.

I disegni dell'incisore francese oggetto di analisi, che illustrano le norme di proporzionamento ed i metodi per la rappresentazione e la messa in prospettiva della figura umana, sono stati opportunamente selezionati tra quelli a corredo del trattato e più in generale tra le tavole grafiche contenute nella trattatistica del tempo sul tema, perché dichiarano l'inter-

THE GEOMETRICAL BASIS OF THE HUMAN FIGURE



THE RELATION OF THE FIGURE TO THE SQUARE, THE CIRCLE, AND THE EQUILATERAL TRIANGLE



THE PROPORTIONS OF THE FIGURE AS ESTABLISHED BY DOCTOR RIMMER.

5

tise and more generally among the graphic tables contained in the treatises of the time on the subject, because they declare the interest that Bosse, distinguishing himself for this from most of the artists contemporary to him, he shows for the representation of the moving human figure. These drawings, in fact, describe in detail the original solutions that the author himself identifies to solve the geometric implications inherent in the construction of the figure in the different dynamic positions that generally the painted character or the statue required. The perspective of the human figure in the various position and movements is solved by Bosse reducing the body, like any 3D object, to a set of points selected at the joints of the relative scheme, which he himself defined as 'iron wire' scheme, consisting of straight segments (shoulders, pelvis, arms and legs) and joints.

In figure 1 to the left of *planche 62* Bosse shows the human 'wire figure' in the profile view describing the underlying proportioning scheme, in which the module adopted is equal to the length of the foot 'rAs' of the scheme contained six times in the stature (total height of the body) corresponding to the segment 'AB'.

In the text describing *planche 62* Bosse gives in detail the dimensions of each articulation of the scheme by joints expressing them in the unit of measurement in 'feet' and in the relative submultiples in 'inches' and 'lines' corresponding respectively to about 27 mm and about 2 mm (1 foot = 12 inches, 1 inch = 12 lines). In the other drawings of the same *planche* the 'wire figure' so proportionate is represented in front view and in perspective crystallizing the dynamism corresponding to the pose assumed.

Figure 5
Claude Bragdon, *Human figure geometric fundamentals*, 1922.

Figure 6
Albrecht Dürer, *Position of moving wire figure*, Nürnberg. © Stadtbibliothek, Ms. Cent. V. App. 34aa, f. 83.

Figura 5
Claude Bragdon, *Human figure geometric fundamentals*, 1922.

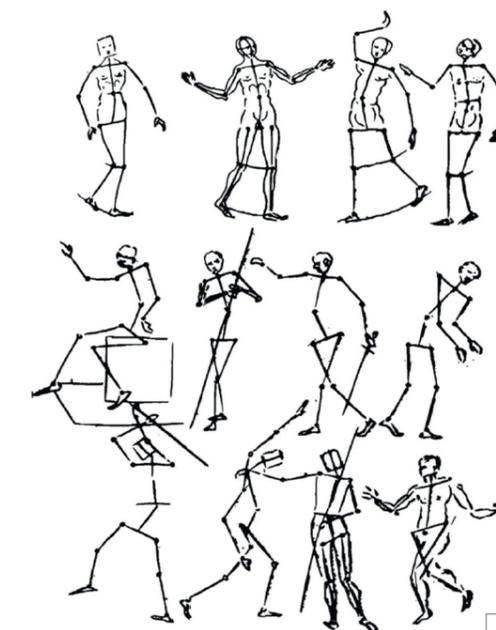
Figura 6
Albrecht Dürer, *Posizioni di figure filiformi in movimento*. © Norimberga, Stadtbibliothek, Ms. Cent. V. App. 34aa, f. 83.

se che Bosse, distinguendosi per questo dalla maggior parte degli artisti a lui coevi, mostra per la rappresentazione della figura umana in movimento. Tali disegni, infatti, descrivono dettagliatamente le inedite soluzioni che lo stesso autore individua per risolvere le implicazioni geometriche insite nella costruzione della figura nelle diverse posizioni dinamiche che generalmente il personaggio dipinto o la statua richiedevano. La messa in prospettiva della figura umana nei vari atteggiamenti e movimenti è risolta da Bosse riducendo il corpo, come un qualsiasi oggetto tridimensionale, ad un set di punti notevoli selezionati in corrispondenza dei nodi del relativo schema, da lui stesso definito "a filo di ferro", costituito da segmenti rettilinei (spalle, bacino, braccia e gambe) e snodi articolari. Nella figura 1 alla sinistra della *planche 62* Bosse rappresenta la figura umana "a filo di ferro" nella vista di profilo descrivendo lo schema di proporzionamento sotteso, in cui il modulo adottato è pari alla lunghezza del piede "rAs" dello schema contenuto sei volte nella statura (altezza totale del corpo) corrispondente al segmento "AB". Nel testo che descrive la *planche 62* Bosse fornisce dettagliatamente le misure di ciascuna articolazione dello schema per nodi esprimendole nell'unità di misura in "piedi" e nei relativi sottomultipli in "pollici" e "linee" corrispondenti rispettivamente a circa 27 mm e a circa 2 mm (1 piede = 12 pollici, 1 pollice = 12 linee). Negli altri disegni della stessa *planche* la figura "a filo di ferro" così proporzionata è rappresentata in vista frontale e in prospettiva cristallizzandone la dinamicità corrispondente alla posa assunta.

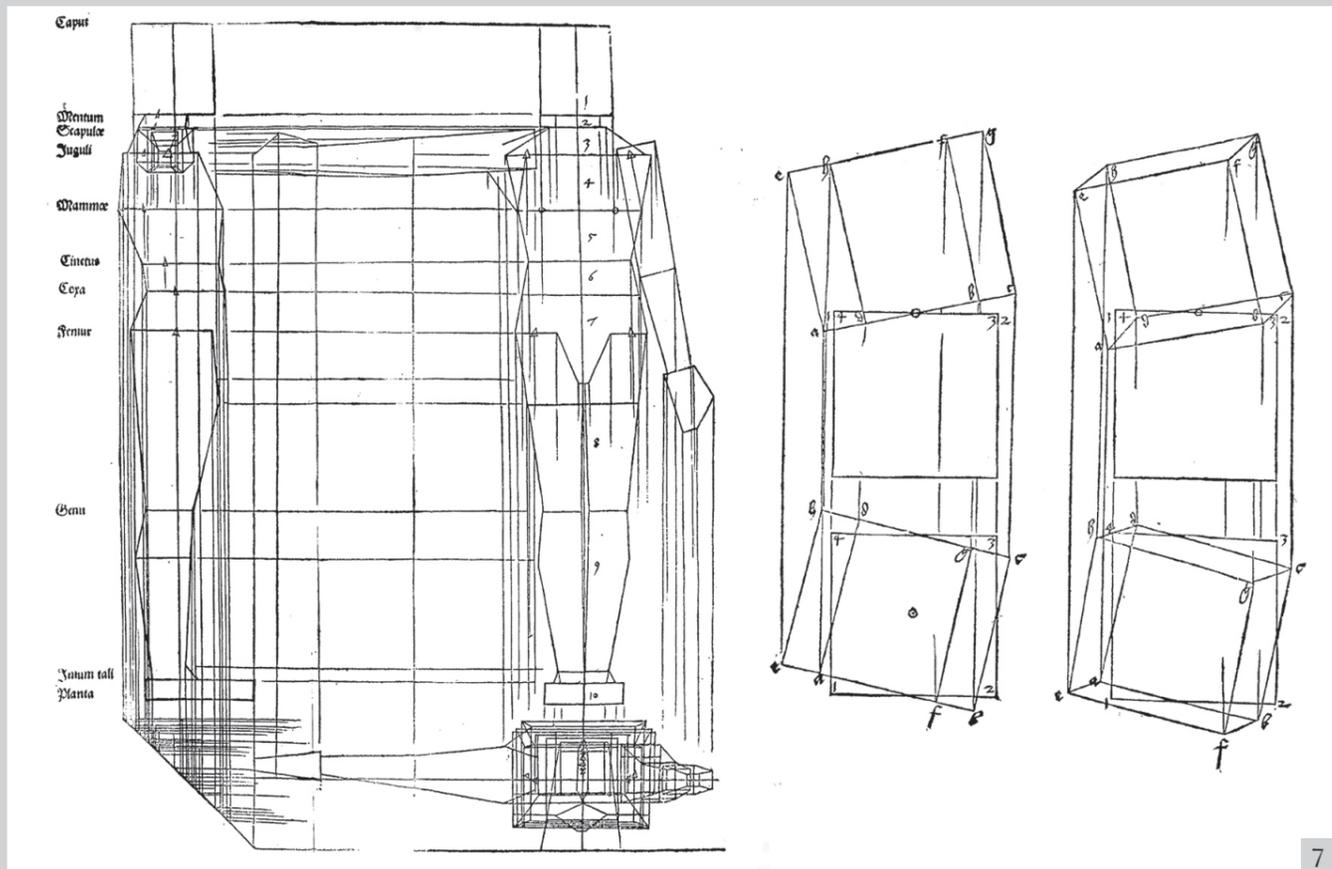
5. I prodromi della rappresentazione sintetica del corpo in movimento

Il ricorso a schemi geometrici estremamente sintetici e a sistemi di proporzionamento del corpo che tengono conto del movimento si ritrovano nella trattatistica del tempo anche in Dürer, prima di Bosse, e ancor prima in Leonardo. Leonardo, come mai era avvenuto, dedica gran parte dei suoi studi antropometrici proprio alla definizione, attraverso l'osservazione diretta dei corpi dissezionati, delle proporzioni della figura umana in movimento sen-

za trascurare la flessibilità che tali proporzioni devono avere per le variazioni e le modificazioni che alcune parti anatomiche subiscono durante il movimento a causa dell'effetto cinetico. Eppure, c'è da ricordare che Leonardo non ha mai fornito, quale esito delle sue ricerche, una precisa teoria proporzionale elaborata con sistematicità. Nei fogli che contengono i suoi studi, che confluirono in larga parte nel suo *Trattato della Pittura* e probabilmente in un «degnò libro de pictura e mouimenti humani» (Pacioli 1509: 33) come ci riferisce l'amico frate Luca Pacioli, sono annotate diverse ipotesi sulla struttura proporzionale del corpo e rintracciati una molteplicità di moduli che potessero dar ragione della complessità stessa del corpo umano, da cui ne deriva l'insita armonia. Il disegno dell'uomo vitruviano del vinciano, ad esempio, è la rappresentazione di uno dei sistemi di proporzionamento descritti da Leonardo quale esito dello studio e degli approfondimenti del testo e del canone di Vitruvio. Leonardo, infatti, presto abbandonò lo studio astratto dei rapporti proporzionali delle membra umane di origine vitruviana, perché ritenuta troppo semplificata e riduttiva rispetto alla molteplicità fenomenologica del corpo, né analizzò, per quanto è possibile desumere



6



7

5. Prodrômes of the Brief Representation of the Moving Body

The use geometric schematic drawing and proportioning system of the body that take into account the movement are also found in the treatises of the time in Dürer, before Bosse, and even earlier in Leonardo. Leonardo, as never before, devotes a large part of his anthropometric studies precisely to the definition, through the direct observation of dissected bodies, of the proportions of the moving human figure without neglecting the flexibility that these proportions must have for the variations and modifications that some anatomical parts undergo during movement due to the kinetic effect. Yet, it should be remembered that Leonardo never provided, as result of his research, a precise proportional theory elaborated systematically. In the drawings that contain his studies, which flowed largely into his *Trattato della Pittura* and probably into

a “*degno libro de pictura e movimenti humani*” (“a worthy book on painting and human movement”) (Pacioli 1509: 33) as Luca Pacioli refers several hypotheses on the proportional structure of the body are noted and a multiplicity of modules that could give reason for the complexity of the human body itself, from which derives the inherent harmony. Vitruvian man drawing by Leonardo Vinci, for example, is the representation of one of the proportional systems described by Leonardo as the result of the study and deepening of the Vitruvius text and standard. Leonardo, in fact, soon abandoned the theoretical study of the proportional relationships of the human body of Vitruvian origin, because it was considered too simplified and reductive with respect to the phenomenological multiplicity of the body, nor did he analyze, as far as it is possible to deduce from the preserved sheets, the structure of the alternative pseudo-Varronian standard,

Figure 7
Albrecht Dürer, *Hierinn sind begriffen vier Bucher von menschlicher Proportion*, 1528.

Figura 7
Albrecht Dürer, *Hierinn sind begriffen vier Bucher von menschlicher Proportion*, 1528.

dai fogli conservati, la struttura dell’alternativo canone pseudo-varroniano, ampiamente utilizzato dal Quattrocento in poi. Tra i sistemi di proporzionamento analizzati da Leonardo quello che descrive un sistema di relazioni frazionarie tra le diverse parti del corpo, per il quale recentemente la sua ricerca è stata definita “antropometrica”, venne adottato in maniera puntuale ed analitica da un altro grande artista rinascimentale, il tedesco Albrecht Dürer. Nel suo trattato *Della simmetria dei corpi umani*, stampato postumo nel 1591, Dürer prosegue le ricerche già avviate dal vinciano focalizzando l’attenzione proprio sul problema di derivazione leonardesca del movimento della figura e della sua scomposizione geometrica. Per la messa in prospettiva della figura umana nei vari atteggiamenti e movimenti Dürer è influenzato tanto dalla tecnica medievale illustrata dai disegni di Villard de Honnecourt, quanto dai metodi didattici diffusi nel Cinquecento tesi a facilitare la rappresentazione della figura umana attraverso una sua schematizzazione geometrica, lineare o cubica, che meglio permette di restituirla prospetticamente nello spazio. Dürer per risolvere tale problema ricorre alla riduzione schematica della figura umana attraverso uno scheletro lineare simile allo schema “a filo di ferro” (fig. 6) utilizzato da Bosse, oppure attraverso schemi cubici (fig. 7) simili a quelli presenti nei disegni del pittore genovese Luca Cambiaso.

9. Secondo Zöllner Leonardo ha affrontato il problema del movimento del corpo umano (in relazione anche con la teoria delle proporzioni) sviluppando le sue ricerche in tre fasi distinte e successive delle quali la prima (1489-1493), detta fase “antropometrica”, è dedicata ad una analisi precisa delle misure delle varie parti del corpo umano in funzione anche di una possibile teoria del movimento (ZÖLLNER 1989).

Tale riduzione schematica della figura umana consente di valutare il rapporto tra proporzioni ed articolazioni che rendono possibile il movimento. Nelle figure “filiformi”, come in quelle “cubizzate”, disegnate da Dürer nei diversi atteggiamenti sono segnati attraverso piccoli cerchi i cosiddetti snodi articolari che rendono possibile il movimento. Tali snodi articolari corrispondono proprio ai sottomoduli della sommità della testa, del collo, del ginocchio e del piede secondo la tradizione pseudo-varroniana, alla quale Dürer fa riferimento nei suoi studi sul sistema di proporzionamento della figura umana per il quale adotta un canone che fa derivare, apportando alcune modifiche, da quello introdotto da Leon Battista Alberti.

6. Analisi dimensionale e proporzionale della figura umana “a filo di ferro” nei disegni di Bosse
I metodi geometrici alla base della rappresentazione della figura umana impiegati da Bosse sono studiati nel presente contributo attraverso l’analisi della *planche 63* del trattato *Traité des pratiques géométrales et perspectives*. Tale *planche*, come sarà descritto successivamente, se illustra con chiarezza il processo di rilevamento del corpo umano e lo strumento per eseguirlo, altrettanto può fornire utili indicazioni relativamente alla verifica delle proporzioni tra le parti dello stesso corpo umano (fig. 8). La rappresentazione in prospettiva dello schema a filo proposta nella *planche* e la sua stessa struttura geometrica, attraverso segmenti mutuamente connessi tra loro in corrispondenza degli snodi articolari, ben si presta ad una restituzione prospettica dell’immagine rappresentata che restituisca le coordinate degli estremi dei punti notevoli del figurino secondo un processo geometrico analogo a quello eseguito nella pratica manuale del rilievo della posizione dei vertici della figura umana. L’immagine dello schema a filo riprodotto in prospettiva nella *planche 63*, infatti, contiene all’interno tutti gli indizi grafici per la corretta esecuzione della restituzione, non solo per la presenza del pavimento a tessere quadrate ma anche per la proiezione geometricale dei punti che materializzano gli snodi articolari (fig. 9). Desunto quindi l’orientamento interno ed esterno della prospettiva, è stata definita dapprima la posizione planimetrica di tutti gli snodi, ad eccezione di quelli riferiti al braccio sinistro di cui non è riportata la proiezione geometricale, e dello strumento per rilevare accuratamente descritto dall’autore, successivamente degli stessi punti è stata definita l’altezza al fine di ottenere la terna di coordinate che ne individua univocamente la posizione nello spazio. L’elemento dimensionale assunto come riferimento è stato il piede cui è stata attribuita lunghezza unitaria tanto con riferimento alle unità di misura in uso al tempo dei piedi e dei sottomultipli ma anche attraverso il sistema decimale. La collocazione posizionale nello spazio degli snodi articolari e di altri punti significativi del corpo umano ha premesso la ricostruzio-

widely used from the 15th century onwards. Among the proportioning system analyzed by Leonardo, the one that describes a system of fractional relations between the different parts of the body, for which his research has recently been defined as ‘anthropometric’⁹, was adopted in a timely and analytical manner by another great Renaissance artist, the German Albrecht Dürer. In his treatise *Della simmetria dei corpi umani*, printed posthumously in 1591, Dürer continues the research already begun by Leonardo da Vinci, focusing attention precisely on the problem of Leonardo’s derivation of the movement of the figure and its geometric division. For human figure perspective in the various attitudes and movements Dürer is influenced both by the medieval technique illustrated by the drawings of Villard de Honnecourt, and by the teaching methods widespread in the 16th century aimed at facilitating the representation of the human figure through its geometric schematization, linear or cubic, which better allows it to be returned prospectively in space. To solve this problem, Dürer resorts to the schematic reduction of the human figure through a linear skeleton similar to the ‘wire figure’ scheme (fig. 6) used by Bosse, or through cubic schemes (fig. 7) similar to

those present in the drawings of the Genoese painter Luca Cambiaso. This schematic reduction of the human figure allows to evaluate the relationship between proportions and joints that make movement possible. In the ‘wire figure’, as in the ‘cubized’ ones, drawn by Dürer in the different attitudes are marked through small circles the so-called articular joints that make movement possible. These joints correspond precisely to the sub-modules of the top of the head, neck, knee and foot according to the pseudo-Varronian tradition, to which Dürer refers in his studies on the human figure proportioning system for which he adopts a standard that derives, making some modifications, from the one introduced by Leon Battista Alberti.

6. Dimensional and Proportional Analysis of the Human ‘Wire Figure’ in Drawings by Bosse

The geometric methods underlying the representation of the human figure employed by Bosse are studied in this paper through the analysis of *planche 63* of the treatise *Traité des pratiques géométrales et perspectives*. This *planche*, as will be described below, clearly illustrates the process of human body surveying and the tool to perform it, can also provide useful indications regarding the

Figure 8
Abraham Bosse, *planche 62* and *planche 63*, 1665.

9. According to Zöllner Leonardo addressed the problem of the movement of the human body (also in relation to the theory of proportions) developing his research in three distinct and successive phases of which the first (1489-1493), called the “anthropometric” phase, is dedicated to a precise analysis of the measurements of the various parts of the human body also as a function of a possible theory of movement (ZÖLLNER 1989).

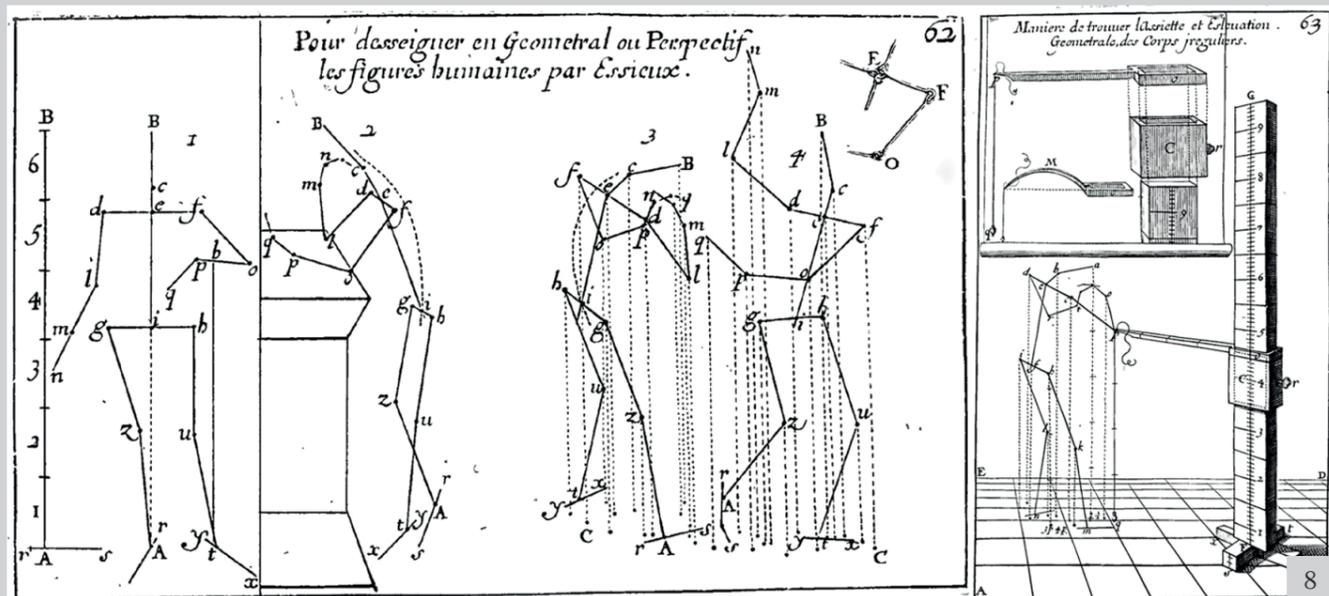


Figura 8
Abraham Bosse, *planche 62* e *planche 63*, 1665.

ne nello spazio tridimensionale virtuale del modello a fil di ferro rappresentato da Bosse nella stessa *planche*: tale operazione è stata di ausilio non solo per una verifica spaziale della scena rappresentata ma anche per estrarre le dimensioni delle parti del corpo umano rappresentate (fig. 10). Operare direttamente sul modello tridimensionale in vera grandezza ha permesso di estrarre le dimensioni delle aste rappresentative delle diverse parti del corpo umano secondo un procedimento sul modello digitale che replica quello del rilevatore sulla figura-modello reale.

7. Il rilievo del corpo umano: dai primi sistemi di misura alla recente tecnologia laser scanning 3D

Prima di Bosse è l'Alberti a proporre nel suo *De statua* un sistema di misurazione oltre che di proporzionamento della figura umana, spinto dalla necessità di risolvere i problemi tecnici e pratico-artigianali di riportare fedelmente la figura umana dal modello alla statua in marmo. In questo caso il sistema è costituito da uno strumento circolare graduato da lui stesso definito *finitorium* da collocare sopra la testa della statua e da uno strumento di misura che chiama *exempeda* o “modine del piede” che deve essere della stessa lunghezza della figura-modello da misurare (Alberti 1804: 117). Dal *finitorium* deve pendere, anche attraverso un regolo orizzontale, un filo a piombo utile per individuare i punti del corpo ritenuti significativi per la replica del modello. Il “modine del piede”, che può essere considerato come una sorta di regolo usato quasi come un moderno metro, deve essere suddiviso esattamente in sei parti chiamate per l'appunto piedi, ciascuna delle quali è a sua volta ripartita in 10 once, ulteriormente divise a loro volta in 10 minuti. Questo sistema graduale permette all'Alberti di determinare le molteplici misure in altezza, in larghezza ed in profondità del corpo umano esprimendole nell'unità di misura del piede e dei suoi sottomultipli. La divisione albertiana del modine viene ripresa da Dürer che la modifica, dettagliandola, proponendo un altro strumento di misurazione del corpo umano, una “piccola pertichetta” (Dürer 1528: 29v). Questa che come il modine è lunga un sesto dell'intera figura, ma diver-

samente dal modine albertiano presenta una ripartizione in quattro (la misura del modine è divisa in dieci parti, ogni parte è ancora divisa in dieci parti, ciascuna di queste parti è divisa in tre particelle) piuttosto che tre, consentendo così di misurare con ancor maggiore dettaglio tutte le parti del corpo, anche le più piccole. Le quattro ripartizioni sono segnate nei disegni di Dürer con le lettere a, b, c, d, e tutte le misure del corpo sono ad esse riferite. Il sistema di rilevamento del corpo umano proposto da Bosse è illustrato nella *planche 63* e nel relativo testo descrittivo. Tale sistema si avvale di un modello sintetico in scala del corpo umano realizzato in elementi lineari in filo di ferro incatenati e bloccati nella posizione desiderata attraverso cera, come descritto nel dettaglio in alto a destra della *planche 62*. Lo strumento permette la determinazione delle coordinate spaziali dei nodi articolari calcolate in base alla distanza di ogni punto da tre piani mutuamente ortogonali ai quali viene riferito l'oggetto da rappresentare.

Il rilievo è eseguito allineando l'estremità “p” dell'anello “op”, che scorre in aderenza all'elemento verticale “FG” di legno o di metallo, con ciascun punto significativo del modello tridimensionale e bloccando l'allineamento con l'anello “C” a sezione quadrangolare, che funge da sostegno e blocco dell'anello “op”. La posizione del punto rilevato è determinata attraverso le sue coordinate: la scala graduata dell'elemento verticale misura la quota del punto, il filo a piombo all'estremità dell'anello “op” proietta il punto rilevato sul piano orizzontale di riferimento, sul quale è possibile determinare le corrispondenti coordinate riferite ad un'origine individuata sullo stesso piano. Il risultato del rilievo, infine, è il set di coordinate traducibili in un disegno geometrico del modello della figura umana che possiamo definire analitico perché risente della razionalizzazione delle forme definita prima dell'attività di misura proprio attraverso la selezione dei punti significativi, secondo un approccio analogo a quello riscontrabile nell'opera di Dürer ma esteso nell'opera di Bosse tanto al rilievo del territorio e dell'architettura quanto a quello del corpo umano (Avella, Pisacane 2020). A tal proposito Bosse propone la realizzazione di

verification of the proportions between the parts of the same human body (fig. 8). The perspective of the ‘wire figure’ proposed in the *planche* and its own geometric structure, through segments mutually connected each other in correspondence of the articular joints, lends itself well to an inverse perspective of the image that gives back the coordinates of the extremes of the remarkable points of the figure according to a geometric process similar to that performed in the manual practice of the survey of the position of the vertices of the human figure. The image of the ‘wire figure’ reproduced in perspective in *planche 63*, in fact, contains all the graphic clues for the correct execution of the inverse perspective, not only for the presence of the square tile floor but also for the projection on the horizontal plan of the points that materialize the joints (fig. 9).

Having therefore deduced the internal and external orientation of the perspective, the planimetric position of all the joints was first defined, less than those referring to the left arm of which the horizontal geometric projection is not reported, and of the instrument to survey accurately described by the author, then the height of all points was defined in order to obtain the coordinates that unequivocally identifies position in space.

The reference dimension was the foot as unitary length attributed both with reference to the units of measurement in use at the time of the feet and submultiples but also through the decimal system.

The position of the joints and other significant points of the human body has allowed the reconstruction in digital 3D space of the wireframe model represented by Bosse in the same *planche*: this operation was of help not only for a spatial verification of the scene represented but also to extract the dimensions of the parts of the human body represented (fig. 10).

Working directly on the 3D model in true size has allowed to extract the dimensions of the representative segments of the different parts of the human body according to a procedure on the digital model that replicates the one of the surveyor on the real figure-model.

7. Human Body Survey: from the First Measurement Systems to the Latest 3D Laser Scanning Technology

Alberti in his *De statua* proposes, before Bosse, a measurement system as well as proportioning the human figure, in order to solve the technical and practical-artisan problems of faithfully reproducing the human figure from the model to the marble statue. The system consists of a graduated circular instrument which he himself called *finitorium* to be placed above the head of the statue and a measuring instrument which he calls *exempeda* or ‘modine del piede’ (modine of the foot) which must be of the same length as the figure-model to be measured (Alberti 1804: 117). A vertical line must hang from the *finitorium*, also through the use of a horizontal ruler, to identify the points of the body considered significant for the replica of the model. The ‘modine del piede’, which can be considered as a sort of ruler used almost like a modern meter, must be divided into exactly six parts called feet, each of which is in turn divided into 10 ounces, further divided in turn in 10 minutes. This gradual system allows Alberti to determine the multiple measurements in height, width and depth of the human body by expressing them in the unit of measurement of the foot and its submultiples. The Albertian division of the ‘modine’ is resumed by Dürer who modifies and details it to propose another measuring instrument for the human body, called ‘picciola pertichetta’ (small perttag) (Dürer 1528, p. 29v). This one, like the ‘Modine’, is one sixth of the length of the human figure, but unlike the Albertian ‘modine’, presents a division into four (the measure of the ‘modine’ is divided into ten parts, each part is still divided into ten parts, each of these parts is divided into three small parts) rather than three, thus making it possible to measure all parts of the body, even the smallest, in even greater detail. The four divisions are marked in Dürer’s drawings with the letters a, b, c, d, and all the measurements of the body refer to them.

Bosse illustrates and describes the survey system of the human body in the *planche 63* and its descriptive text. This system uses a synthetic scale model of the human body made with

Figure 9
Planche 63 from Abraham Bosse treatise: analysis on metal wire model, on survey tool and on drawn space through inverse perspective. © The authors, 2021.

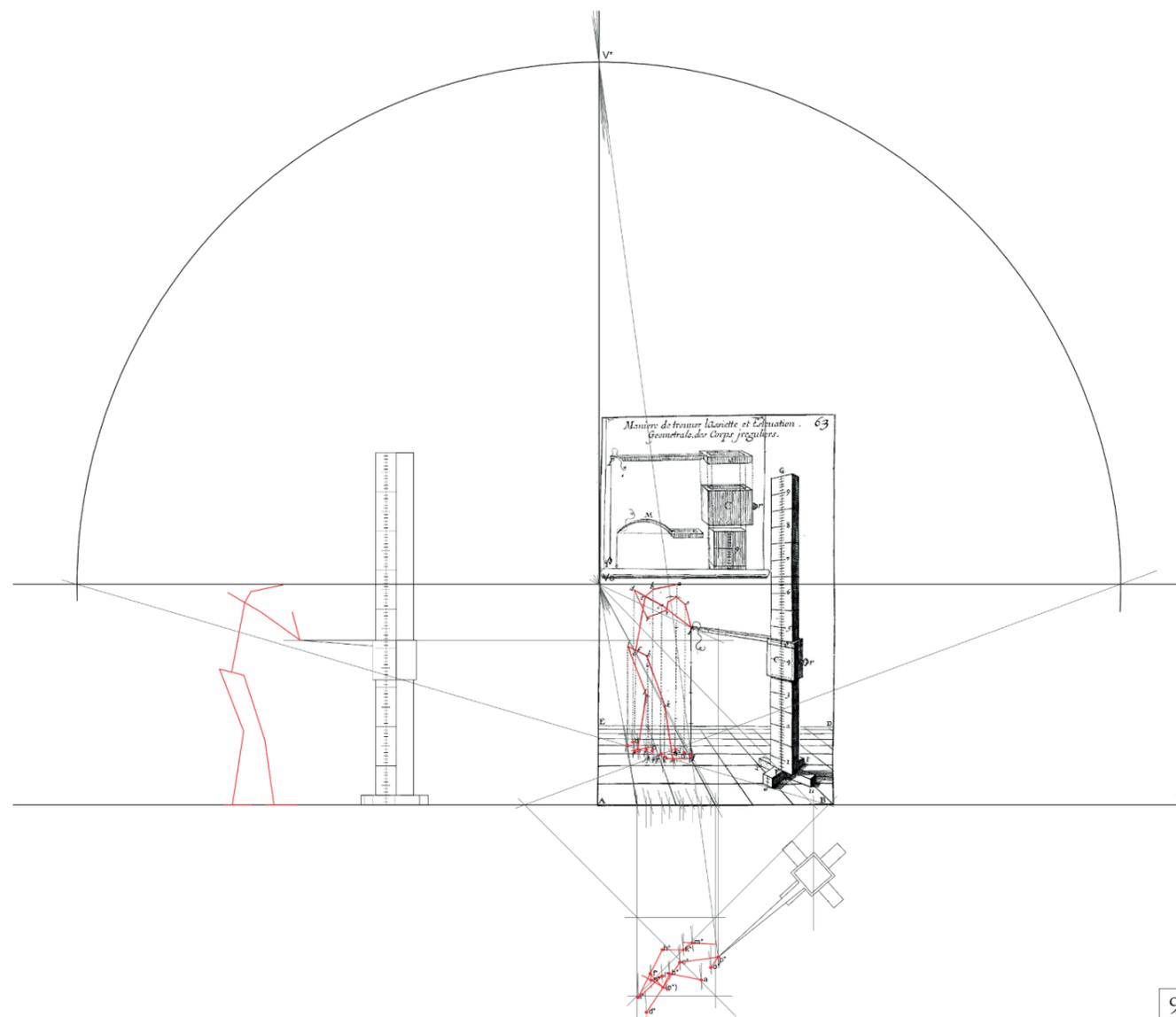


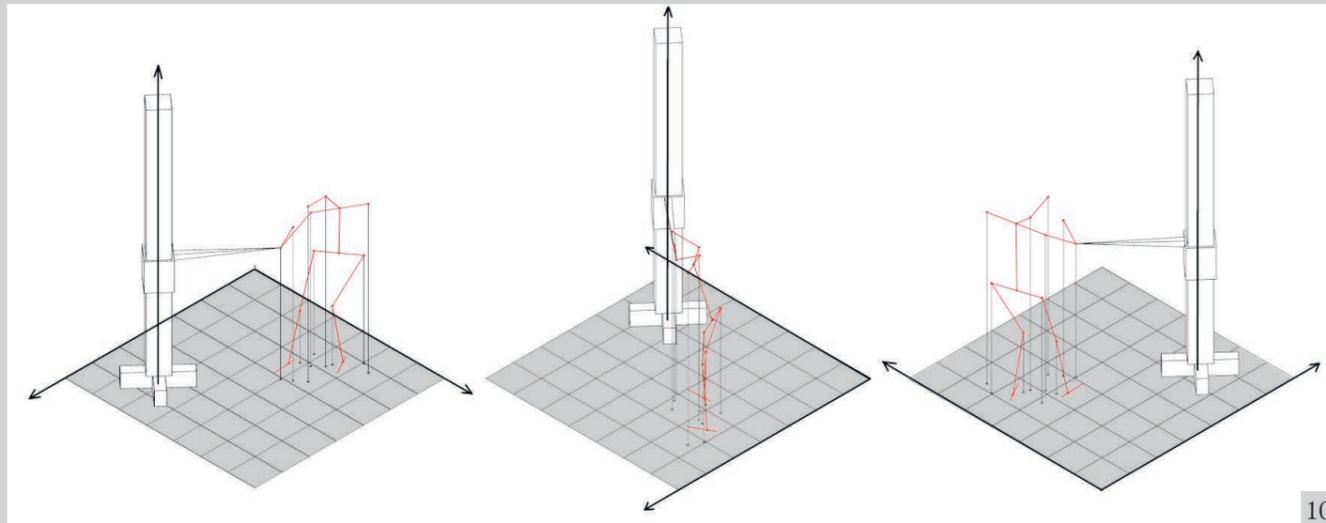
Figura 9
Planche 63 dal trattato di Abraham Bosse: analisi del modello in fil di ferro del figurino, dello strumento per rilevarlo e dello spazio rappresentato attraverso restituzione prospettica. © Gli autori, 2021.

strumenti di rilievo ad hoc progettati che possono essere considerati precursori degli strumenti topografici in quanto i punti significativi sono battuti per determinarne la posizione. Ancora adottando metodi di rilievo strumentale ma di tipo digitale, dopo quasi quattro secoli, è possibile ottenere la riproduzione del modello tridimensionale della figura umana attraverso tecnologia laser scanner 3D. L’acquisizione avviene da più angolazioni attraverso *body scanner*, specifici laser a luce bianca

dedicati alla misurazione del corpo. Il prodotto della scansione è un modello “nuvola di punti” tridimensionale, poi convertito in un modello *mesh* in scala reale che simula la superficie corporea della figura scansionata.

8. Rapporti dimensionali e modulari della figura umana da Abraham Bosse all’avatar digitale. Discussione dei risultati

L’esito del confronto tra i valori metrici estratti dalla *planche 63* con quelli della precedente



10

linear elements in iron wire joint as if they were chained and locked in the chosen position through wax, as illustrated by the detail on the upper right of the *planche 62*. The survey instrument by Bosse allows to determine 3D coordinates of the joint nodes calculated through the distance of each point from three mutually orthogonal planes to which the object to be represented refers.

The traditional survey is carried out by aligning the end ‘p’ of the ring ‘op’, which slides in adherence to the vertical element ‘FG’ made of well-dried wood or metal, with each significant point of the 3D model and blocking this alignment with the ring ‘C’ with quadrangular section which supports and blocks the ‘op’ ring. The position of the surveyed point is determined by the knowledge of its coordinates: the vertical axis ‘FG’ measures the height of the point; the vertical line at the end of the ring ‘op’ projects the point surveyed on the horizontal reference plane on which it is possible to determine the other two coordinates.

Finally, the output of the survey is the set of coordinates that can be reproduced into a geometric drawing of the model of the human figure that we can call analytical because it is affected by the rationalization of the shapes that takes place before the measurement activity precisely through the selection of the significant points, according to an approach similar to that found in Dürer’s work, but extended in

Bosse’s work as much to the survey of the territory and architecture as to that of the human body (Avella, Pisacane 2020). In this regard, Bosse proposes the construction of *ad hoc* designed survey instruments that can be considered precursors of topographic instruments because the significant points are measured to determine their position.

By adopting instrumental survey methods, but of the digital type, after almost four centuries, it is possible to obtain the reproduction of the three-dimensional model of the human figure through 3D laser scanner technology. The measurement takes place from multiple angles through body scanners, specific white light lasers dedicated to measuring the body. The product of the scan is a three-dimensional “point cloud” model, then converted into a full-scale mesh model that simulates the body surface of the scanned human figure.

8. Dimensional and Modular Relationships of the Human Figure from Abraham Bosse to the Digital Avatar. Discussion of Results

The result of the comparison between the metric values extracted from *planche 63* with those of the previous *planche 62* has been summarized in Figure 11. The table compares the dimensions taken in the aforementioned *planche* with those expressly declared by Bosse in the descriptive text of the treatise¹⁰. It is significant to note the almost total comparability of

Figure 10
Planche 63 from Abraham Bosse treatise: multiple axonometric projection of metal wire model and survey tool. © The authors, 2021.

Figura 10
Planche 63 dal trattato di Abraham Bosse: plurima rappresentazione assonometrica del modello in fil di ferro del figurino e dello strumento per rilevarlo. © Gli autori, 2021.

planche 62 è stato sintetizzato nella figura 11. La tabella pone a confronto le dimensioni lette nelle citate *planche* con quelle espressamente dichiarate da Bosse nel testo descrittivo del trattato¹⁰. È significativo riscontrare la quasi totale comparabilità delle dimensioni tra le due planche e il testo. Nel dato tabellare sono stati altresì valutati gli scostamenti dimensionali tra le parti del corpo nelle due rappresentazioni leggendo la variazione massima per il tronco ginocchio-piede del lato sinistro pari a circa tre pollici, equivalenti nel sistema metrico internazionale a circa sette centimetri.

Tali valutazioni sono state graficamente tradotte attraverso il ridisegno del figurino dalla posa dinamica assunta nell’immagine della *planche 63* alla posa statica attraverso la quale eseguire le verifiche proporzionali dichiarate in premessa. La figura 12 restituisce graficamente l’immagine del figurino a fil di ferro in

posizione statica a confronto con lo schema rappresentato nella *planche 62* riscontrando la sovrapponibilità dei due schemi e la quasi perfetta comparabilità delle altezze dei diversi snodi articolari. Se tale risultato è utile a confermare la nota padronanza di Bosse nella rappresentazione prospettica e la flessibilità del suo metodo anche al disegno della figura umana, in tale sede è altresì interessante sottolineare l’attualità del modello di figurino adottato. La stessa figura 10, infatti, estende il confronto tra le proporzioni del figurino impiegato da Bosse con lo schema modulare secondo il canone otto ancora oggi in uso per il disegno del corpo umano. Tale modello che fa corrispondere la scansione dei moduli con specifiche parti anatomiche è anch’esso sovrapponibile allo schema adottato da Bosse ad eccezione un trascurabile scarto per la posizione della linea delle spalle. Le analogie con tale schema sono state altresì valutate nel confronto con lo schema a filo digitale alla base del modello anatomico estratto da un diffuso software open source per la rappresentazione del corpo umano. Gli *avatar* infatti sono sorretti da un’armatura digitale che semplifica la struttura anatomica per mezzo di primitive geometriche attraverso le quali non solo è più semplice la definizione delle pose dinamiche ma anche parametrizzare la rappresentazione

del corpo umano. L’analogia tra il modello dell’incisore francese e gli *avatar* offre lo spunto per due ordini di valutazioni sempre relative all’attualità degli insegnamenti di Bosse: una prima legata alla continua permanenza dei rapporti proporzionali tra le parti del corpo tanto nel modello analogico proposto dall’autore che negli attuali modelli digitali, un’altra legata all’attualità del metodo proposto dallo stesso Bosse. L’autore proponendo la realizzazione di un modello in filo di ferro flessibile di cui realizzare dapprima la prospettiva e successivamente vestirlo con i panneggi degli abiti anticipa i principi alla base dei software di modellazione che ad un’armatura geometricamente semplice e facilmente modificabile sovrappone una “pelle” digitale che simula il corpo umano e i suoi abiti.

9. Conclusioni

La permanenza dei rapporti proporzionali del modello impiegato da Bosse nello schema modulare oggi in uso per il disegno del corpo umano e negli avatar conferma il carattere imperituro e centrale del tema della presente ricerca. Se in passato lo studio proporzionale del corpo umano era legato prevalentemente alle arti figurative, oggi è riferito a tutti gli ambiti del progetto, in architettura, nel design del prodotto e nella moda. Il corpo è proporzione e misura, riferimento unico comunemente riconosciuto “per” il quale ed “intorno” al quale i progettisti contemporanei disegnano le nuove forme dell’abitare, descrivono lo spazio animato dai corpi che lo “abitano”, che lo “fruiscono” o che lo “indossano”, a seconda di un maggiore o minore grado di prossimità spaziale.

Nella moda il progetto prende forma sul corpo, in alcuni casi evidenziandone le fattezze, in altri negandole al punto da riscriverne la topografia anatomica, in un continuo processo di astrazione della forma verso modelli disegnati secondo le “sproporzioni” controllate del figurino che tiene conto nelle nuove tendenze moda. Il capo di abbigliamento, come la prima casa che si “abita”, è progettato intorno all’uomo, condizionando il “corpo rivestito” (Calefato 1986) nella postura, nella gestualità per rendendolo adatto a stabilire relazioni esi-

	descrizione della planche 62 – lunghezze (piede (P), pollice (p), linea (l))	planche 62 – segmenti	planche 62 – lunghezze (piede (P), pollice (p), linea (l))	planche 62 – lunghezze (piedi decimali)	planche 63 – segmenti	planche 63 – lunghezze da restituzione prospettica (piedi decimali)	planche 63 – lunghezze da restituzione prospettica (piede (P), pollice (p), linea (l))	differenza tra planche 62 e planche 63	11
testa	0P 9p 2l	Bc	0P 10p 0l	0,8	ab	0,8	0P 9p 7l	0P 0p 5l	
collo	0P 4p 7l	cc	0P 4p 0l	0,3	bc	0,5	0P 6p 0l	- 0P 2p 0l	
spalle		df			cd	1,6	1P 7p 2l		
spalla-gomito	1P 0p 6l	dl - fo	1P 1p 0l	1,1	cp - dr	1,2 - ---	1P 2p 5l - ---	0P 1p 5l	
gomito-polso	0P 10p 2l	lm - op	0P 9p 0l	0,8	po - rt	0,8 - ---	0P 9p 7l - ---	- 0P 0p 7l	
mani	0P 7p 11l	mn - pq	0P 8p 0l	0,7					
spina dorsale	1P 0p 7l	ci	1P 10p 0l	1,7	ef	1,8	1P 9p 7l	0P 0p 5l	
anche	1P 14p 7l	gh			hi	1,4	1P 4p 10l		
anca-ginocchio	1P 0p 16l	gz - hu	1P 7p 0l	1,6	hk - il	1,8 - 1,7	1P 9p 7l - 1P 8p 5l	0P 2p 7l - 0P 1p 5l	
ginocchio-piede	1P 5p 8l	zr - ut	1P 7p 0l	1,6	km - ln	1,9 - 1,8	1P 10p 10l - 1P 9p 7l	0P 3p 10l - 0P 2p 7l	
piede	1P 0p 0l	rAs - ytx	1P 0p 0l	1,0	m - n	0,8	0P 9p 7l	0P 2p 5l	

	planche 62 – description – length (foot (f), inch (i), linee (l))	planche 62 – lines	planche 62 – length (foot (f), inch (i), linee (l))	planche 62 – length (decimal foot)	planche 63 – lines	planche 63 – length from inverse perspective (decimal foot)	planche 63 – length from inverse perspective (foot (f), inch (i), linee (l))	differenza between planche 62 and planche 63
head	0f 9i 2l	Bc	0f 10i 0l	0,8	ab	0,8	0f 9i 7l	0f 0i 5l
neck	0f 4i 7l	cc	0f 4i 0l	0,3	bc	0,5	0f 6i 0l	- 0f 2i 0l
shoulder		df			cd	1,6	1f 7i 2l	
shoulder-elbow	1f 0i 6l	dl - fo	1f 1i 0l	1,1	cp - dr	1,2 - ---	1f 2i 5l - ---	0f 1i 5l
elbow-wrist	0f 10i 2l	lm - op	0f 9i 0l	0,8	po - rt	0,8 - ---	0f 9i 7l - ---	- 0f 0i 7l
hand	0f 7i 11l	mn - pq	0f 8i 0l	0,7				
backbone	1f 0i 7l	ci	1f 10i 0l	1,7	ef	1,8	1f 9i 7l	0f 0i 5l
hip	1f 14i 7l	gh			hi	1,4	1f 4i 10l	
hip-knee	1f 0i 16l	gz - hu	1f 7i 0l	1,6	hk - il	1,8 - 1,7	1f 9i 7l - 1f 8i 5l	0f 2i 7l - 0f 1i 5l
knee-foot	1f 5i 8l	zr - ut	1f 7i 0l	1,6	km - ln	1,9 - 1,8	1f 10i 10l - 1f 9i 7l	0f 3i 10l - 0f 2i 7l
foot	1f 0i 0l	rAs - ytx	1f 0i 0l	1,0	m - n	0,8	0f 9i 7l	0f 2i 5l

the dimensions between the two planches and the text. In the tabular data, the dimensional deviations between the parts of the body in the two representations were also evaluated, reading the maximum variation for the knee-foot trunk of the left side equal to about three inches, equivalent in the international metric system to about seven centimeters.

These evaluations have been graphically translated through the redrawing of the figure from the dynamic pose in *planche 63* to the static pose through which to perform the proportional checks declared in the introduction. Figure 12 graphically shows the image of the 'wire figure' in a static position compared with the one represented in *planche 62* finding the overlapping of the two schemes and the almost perfect comparability of the heights of the different joints.

If this result is useful to confirm the well-known mastery of Bosse in the perspective drawing and the flexibility of his method also to the design of the human figure, in this context it is also interesting to underline the relevance of the model of figure adopted. The

same figure 10, in fact, extends the comparison between the proportions of the figure used by Bosse with the modular scheme according to standard eight modules still in use today for the design of the human body. This model that matches the scanning of the modules with specific anatomical parts is also superimposable to the scheme adopted by Bosse with the exception of a negligible deviation for the position of the shoulder line. The similarities with this scheme were also evaluated in comparison with the digital 'wire figure' of an anatomical model extracted from a widespread open-source software for the representation of the human body.

In fact, avatars are supported by a digital scaffold that simplifies the anatomical structure through geometric primitives which help to define the dynamic poses but also to parameterize the representation of the human body. The analogy between the model of the French engraver and the avatars offers the starting point for two orders of evaluations always related to the actuality of the teachings of Bosse: a first one linked to the continuous

Figure 11 Dimensional comparison between the lengths of the anatomical parts reported both in the description and in the drawing of *planche 62* with the lengths of the same anatomical parts derived from the inverse perspective of *planche 63*.

© The authors, 2021.

Figure 12

Graphic comparison between the modular relationships of the human figure in a static position in the drawings of *planches 62* and *63* on Abraham Bosse's treatise, in the representation of the body according to standard eight modules still in use today and in wireframe diagram of a digital avatar. © The authors, 2021.

10. In the text describing *planche 62* Bosse gives in detail the dimensions of each articulation of the scheme by nodes, assuming as a module the length of the foot 'rAs' of the human figure in the profile view: the axis 'Bc' is equivalent to the height of the head equal to nine inches and two lines, the neck 'ce' measures four inches and seven lines, the segments 'de' and 'ef', describing the axis of the shoulders, each measure six inches and six lines, from the shoulders to the elbow the axes of the arms 'dl' and 'fo' measure one foot and six lines, from the elbow to the wrist the axes 'im' and 'op' measure ten inches and two lines respectively, while the hands 'mn' and 'pq' measure seven inches and eleven lines, the backbone 'ci' is one foot seven inches and seven lines, the hips 'gi' and 'ih' are each fourteen inches and seven lines, the axes 'gz' and 'hu' from hip to knee measure one foot and sixteen lines, the axes 'zA' and 'ut' between knee and foot support are one foot, five inches and eight lines (AVELLA 2019: 302-303).

Figura 11 Confronto dimensionale tra le lunghezze delle parti anatomiche riportate sia nella descrizione che nel disegno della *planche 62* con le lunghezze delle stesse parti anatomiche desunte dalla restituzione prospettica della *planche 63*. © Gli autori.

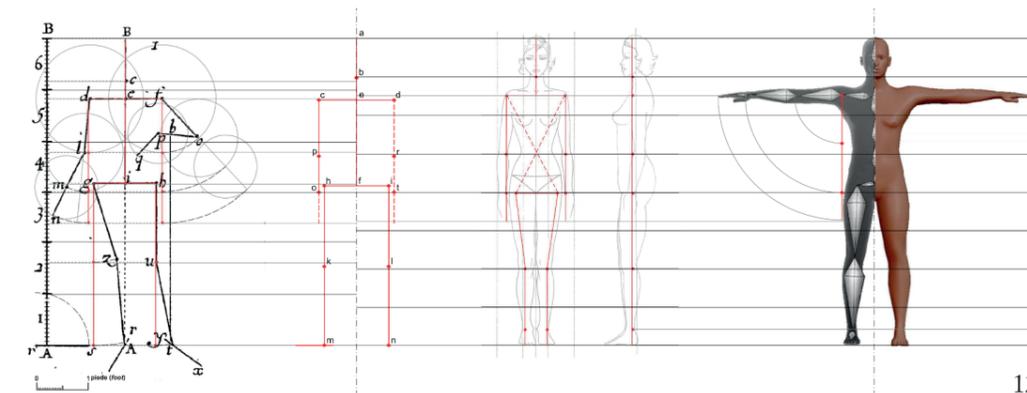
Figura 12 Confronto grafico tra i rapporti modulari della figura umana in posizione statica nei disegni delle *planches 62* e *63* del trattato di Abraham Bosse, nella rappresentazione del corpo secondo il canone otto ancora oggi in uso e nello schema a filo di un *avatar* digitale. © Gli autori, 2021.

11. Gli autori hanno progettato la ricerca e condiviso la sua metodologia e i suoi contenuti. In particolare, i paragrafi "Proporzioni e geometria nei disegni della figura umana nell'opera di Abraham Bosse", "I prodromi della rappresentazione sintetica del corpo in movimento" e "Il rilievo del corpo umano: dai primi sistemi di misura alla recente tecnologia laser scanning 3D" sono curati da Alessandra Avella e i paragrafi "Permanenze proporzionali e geometriche nel disegno del corpo", "Corpo e architettura: dall'antropomorfismo all'antropometria" e "Analisi dimensionale e proporzionale della figura umana 'a filo di ferro' nei disegni di Bosse" sono curati da Nicola Pisacane. I paragrafi "Introduzione", "Rapporti dimensionali e modulari della figura umana da Abraham Bosse all'avatar digitale. Discussione dei risultati" e "Conclusioni" sono curate da tutti gli autori.

stenziali con lo spazio intorno a sé, a seconda delle sue necessità e richieste.

In architettura l'antropomorfismo di tradizione vitruviana che attraversa la trattatistica rinascimentale coinvolgendo i grandi maestri a partire dal Cinquecento prosegue con diversi approfondimenti teorici ed applicativi fino alla rivoluzione scientifica dei secoli XVI e XVII, durante i quali, fra molte altre discipline, sorge e si afferma una storia naturale dell'uomo e l'investigazione sistematica dei suoi caratteri acquista una sua autonomia e

una riconosciuta dignità culturale, fino al XIX secolo in cui con Adolfo Quételet assume il ruolo di disciplina autonoma. Nel variegato panorama delle ultime tendenze dell'architettura e del design contemporaneo il linguaggio progettuale si arricchisce delle possibilità offerte dalle nuove tecnologie digitali e dall'innovazione in termini strutturali, formali, materici ed energetici, per essere efficiente e sostenibile, ed è orientato ai temi dell'accessibilità e dell'inclusività per adattarsi alle esigenze di diversi profili di utenza¹¹.



permanence of the proportional relationships between the parts of the body both in the analogic model proposed by the author and in the current digital models, another linked to the actuality of the method proposed by Bosse himself. The author proposing the creation of a flexible iron wire model of which first realize the perspective and then dress it with the drapery of the clothes anticipates the principles behind the modeling software that superimposes to a geometrically simple and easily modifiable structure a digital 'skin' that simulates the human body and its clothes.

9. Conclusions

The continuity in proportional relationships of the model used by Bosse in the modular scheme still today in use for human body drawing and in the avatars confirms the everlasting and central character of this research topic. If in the past the proportional study of the human body was mainly linked to the figurative arts, nowadays it refers to all areas of the project, in architecture, in product design and in fashion. The body is proportion and measure, a unique reference commonly recognized 'for' and 'around' which contemporary designers draw the new shapes of living, describe the space animated by the bodies that 'inhabit' it, that 'use' it or that 'wear' it, depending on a greater or lesser degree of spatial proximity. In Fashion the design takes shape on the body, in some cases highlighting its features, in

others denying them to the point of rewriting the anatomical topography, in a continuous process of abstraction of the shape towards models designed according to the controlled 'disproportions' of the figure that takes into account in new fashion trends. The clothing, like the first house that you 'live', is designed around man, conditioning the 'body covered' (Calefato 1986) in posture, in gestures to make it suitable for establishing existential relationships with the space around him, according to his needs and requests. In architecture the anthropomorphism of the Vitruvian tradition that crosses the Renaissance treatises involving the great masters starting from the 16th century continues with various theoretical and applicative insights up to the scientific revolution of the 16th and 17th centuries. During this period, among many other disciplines, a natural history of man arises and is affirmed and the systematic investigation of his characters acquires its autonomy and a recognized cultural dignity, until the 19th century when with Adolfo Quételet assumes the role of autonomous discipline. In the varied panorama of the latest trends in architecture and contemporary design, the design language is enriched by the possibilities offered by new digital technologies and innovation in structural, formal, material and energy terms, to be efficient and sustainable, and is oriented to the themes of accessibility and inclusiveness to adapt to the needs of different user profiles¹¹.

11. The authors designed the research and shared its methodology and contents. In particular, the paragraphs 'Proportions and geometry in the drawings of the human figure in the work by Abraham Bosse', 'The prodromes of the brief representation of the moving body' and 'Human body survey: from the first measurement systems to the latest 3D laser scanning technology' are edited by Alessandra Avella and the paragraphs 'Proportional and geometric permanences in human body drawing', 'Body and architecture: from anthropomorphism to anthropometry' and 'Dimensional and proportional analysis of the human 'wire figure' in drawing by Bosse' are edited by Nicola Pisacane. The paragraphs 'Introduction', 'Dimensional and modular relationships of the human figure from Abraham Bosse to the digital avatar. Discussion of results' and 'Conclusions' are edited by both authors.

References / Bibliografia

- ALBERTI L.B. (1804), *De statua*, trad. it. *Della pittura e della statua*, Milano, Società tipografica de' Classici italiani.
- AVELLA A. (2018), *Disegno di Moda. Corpo | abito | illustrazione. Fashion drawing. Body | clothing | illustration*, Roma, Aracne.
- AVELLA A. (2019), *Geometric principles to represent the human figure as sources of fashion drawing*, in *Reflections. The art of drawing/the drawing of art*, atti del 41° Convegno Internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. UID 2019 (Perugia, 19-21 settembre 2019), a cura di P. BELARDI, Roma, Gangemi.
- AVELLA A., PISACANE N. (2020), *La scala: prefigurazione dello spazio e rappresentazione nel piano nei disegni di Abraham Bosse*, «Eikonocity», 2.
- BERRA G. (1993), *La storia dei canoni proporzionali del corpo umano e gli sviluppi in area lombarda alla fine del Cinquecento*, «Raccolta Vinciana», XXV.
- BOSSE A. (1665), *Traité des pratiques geometrales et perspectives*, Paris, Imprimerie d'Antoine Cellier.
- BRAGDON C. (1922), *The Beautiful Necessity*, New York, Alfred A. Knopf.
- CALEFATO P. (1986), *Il corpo rivestito*, Bari, Ed. Dal Sud.
- COMAR P. (1992), *La perspective en jeu. Les dessous de l'image*, Paris, Gallimard.
- CURTI M. (2016), *La Proporzione: Storia di un'idea da Pitagora a Le Corbusier*, Roma, Gangemi.
- DE ROSA A., SGROSSO A., GIORDANO A. (2000), *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*, I, Torino, UTET.
- DÜRER A. (1528), *Hierinn sind begriffen vier Bucher von menschlicher Proportion*, Nürnberg, Formschnyder; trad. it. *Della simmetria dei corpi umani. Libri Quattro. Nuovamente tradotti dalla lingua Latina nella Italiana da M. Gio. Paolo Gallucci Salodiano. Et accresciuti del Quinto libro ...*, Venezia, Domenico Nicolini, 1591.
- FILARETE (1967), *Trattato di architettura*, Milano, Il Polifilo.
- LE CORBUSIER ([1949] 1974), *Il modulator. Saggio su una misura armonica su scala umana universalmente applicabile all'architettura e alla meccanica*, Milano, Mazzotta.
- PACIOLI L. (1509), *Divina Proportione*, Venezia, Paganus Paganini de Brixia.
- PEDRETTI C. (2005), *L'anatomia di Leonardo da Vinci fra Mondino e Berengario*, Tavola, Cartei & Becagli.
- PISACANE N., AVELLA A. (2020), *Preludes in surveying and drawing digital culture in geometric principles in the Treatise of Abraham Bosse*, in *La Città Palimpsesto. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici. The City as Palimpsest. Tracks, views and narrations on the complexity of historical urban context*, Tomo II, *Rappresentazione, conoscenza, conservazione. Representation, knowledge, conservation*, a cura di M.I. PASCARIELLO, A. VEROPALUMBO, Napoli, FedOA - Federico II University Press, pp. 379-392.
- POND I.K. (1918), *The Meaning of Architecture*, Boston, Marshall Jones & Co.
- SICKLINGER A. (2009), *Ergonomia applicata al progetto. Cenni Storici e Antropometria*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli.
- SPARACIO R. (1999), *La scienza e i tempi del costruire*, Torino, UTET.
- VARZI A.C. (2006), *Avatar*, «Il Sole 24 Ore», 31 dicembre 2006.
- VILLARD DE HONNECOURT (1986), *Livre de portraiture*, in *Carnet de Villard de Honnecourt*, Paris, Stock; trad. it. *Villard de Honnecourt. Disegni*, Milano, Jaca Book, 1988.
- VITRUVIO (1960), *De Architectura*, III, I, 1, trad. it. *Vitruvio. Architettura (dai libri I-VII)*, a cura di S. Ferri, Roma, Fratelli Palombi.
- ZEVİ B. (1993), *Saper vedere l'architettura*, Torino, Einaudi.
- ZÖLLNER F. (1989), *Die Bedeutung von Codex Huygens und Codex Urbina für die Proportions- und Bewegungsstudien Leonardos da Vinci*, «Zeitschrift für Kunstgeschichte», 52.