

Osservazioni sulla Cupola del Brunelleschi attraverso modelli in scala Observations on Brunelleschi's Dome through scale models

Roberto Corazzi

Faculty of Architecture, University of Florence

Email: roberto.corazzi@unifi.it

Con la collaborazione di / with the collaboration of:

Silvia Bertacchi

Faculty of Architecture, University of Florence

La Cupola del Brunelleschi nella Chiesa di Santa Maria del Fiore a Firenze è una delle opere più famose del Rinascimento italiano. Esistono alcuni modelli in legno giunti fino ai nostri giorni che rappresentano una testimonianza preziosa per lo studio dei suoi aspetti estetici e formali, oltretutto del suo progetto decorativo.

Introdotta da una breve panoramica sull'uso e la valenza dei modelli di architettura nei secoli, la presente ricerca intende evidenziare l'importanza di quelli costruiti durante il periodo rinascimentale, in particolare per la Cupola di Firenze.

The Dome by Brunelleschi of the Church of Santa Maria del Fiore in Florence is one of the most famous masterpieces of the Italian Renaissance. Some original wooden models of the dome survive to this day and provide us with valuable evidence for the study of its aesthetic and formal aspects, as well as its decorative plan. Introduced by a brief overview of the use and value of scale models over the centuries, this paper intends to point out the importance of those built during the Renaissance period, especially for the Dome of Florence.

PAROLE CHIAVE: *Modelli, Cupole, Brunelleschi, Santa Maria del Fiore, Firenze*

KEYWORDS: *Models, Domes, Brunelleschi, Modelling, Santa Maria del Fiore, Florence*

L'uso dei modelli

Come sostiene Tomás Maldonado, trattare il tema dei "modelli" ed in particolare l'idea, o la teoria che sta alla base della loro concezione, così come dei loro obiettivi, comporta sempre certi rischi (Maldonado 1992). Il principale riguarda sicuramente il duplice statuto della nozione di modello: uno teorico e l'altro materiale, o se vogliamo fisico.

Tale distinzione potrà apparire eccessivamente semplice agli occhi di coloro che si occupano delle implicazioni epistemologiche del lemma in questione, ma presenta l'indubbio vantaggio di dividere il problema in due principali categorie, a fronte delle molte (e probabilmente anche troppe) distinzioni, che caratterizzano buona parte dei testi dedicati a tale argomento.

In questo contributo ci si soffermerà su dei modelli fisici in scala di epoca rinascimentale ed in particolare di quelli che hanno permesso di illustrare e di guidare il processo costruttivo della Cupola di Santa Maria del Fiore che, come è noto, vide impegnato il Brunelleschi in una duplice veste: quella di ideatore/esecutore, ma anche di abile e attento comunicatore del proprio pro-

The use of models

As put forth by Tomas Maldonado, to deal with "models" and in particular with the idea and the theory at the base of their conception, always carries certain risks. (Maldonado 1992).

In fact the principal certainly is twofold concerning the concept of model: the former theoretical, the latter material or else physical.

This distinction may seem excessively simple in the eyes of those who are concerned with the epistemological definition of the term, but it has the undeniable advantage of dividing the problem in two main categories, rather than in numerous – and probably too many – specifications characterizing most of the texts dedicated to this subject.

In this paper, concentrating on the physical scale models of the Renaissance period, attention will be focused in particular on those models that illustrate the constructive process of the Dome of Santa Maria del Fiore that, as is common knowledge, was built by Brunelleschi who played a twofold role: as the creator and the person who realized the project, but also as a

getto, nei confronti di una committenza assai critica e sospettosa.

Quindi saranno di seguito messi in evidenza i modelli fisici per l'architettura legati ad un ben preciso momento storico ed a un determinato autore (Brunelleschi) senza pretendere di addentrarsi nei complessi territori della teoria dei modelli in rapporto ad altre attività di ricerca e di studio, per i quali si rimanda alla vasta letteratura esistente.

Oltre al già citato Maldonado, la cui ricerca è incentrata sui temi teorici in rapporto a architettura e design, si registra Salvatore di Pasquale con un ampio studio sui problemi di carattere statico associati alle rappresentazioni in scala, Massimo Scolari per un vasto excursus sul tema dei modelli come forma della rappresentazione, ma al tempo stesso illustrando i caratteri salienti ed i particolari usi che tale autore fece delle figurazioni in scala dell'architettura ed in particolare dei dettagli costruttivi/esecutivi.

I codici del disegno e della rappresentazione più in generale erano, all'epoca di Filippo, in grande fermento, anzi possiamo affermare che proprio lui contribuì in maniera determinante allo sviluppo del moderno concetto di prospettiva; ma in tale affascinante momento di passaggio, quale era il ruolo dei modelli? Anche essi rientravano in questo clima di rinnovamento? Brunelleschi, classico e anti-classico allo stesso momento, proveniva da un contesto formativo applicato, basato cioè sul lavoro in bottega.

Era un artigiano esperto, orafo e orologiaio, ma era anche un artista e un uomo di ingegno che aveva ben chiaro il valore della rappresentazione.

In questo senso i modelli di Brunelleschi, sono raffigurazioni attente, misurate rispetto alla committenza e non troppo esplicite, poiché fanno comprendere determinati aspetti del progetto, ma non la sua interezza.

Brunelleschi rimane profondamente gotico, attento cioè a preservare la sua autonomia di progettista rispetto alle critiche dei non addetti ai lavori o ancor peggio degli avversari che volevano impossessarsi delle sue idee.

Questa riservatezza professionale è però smentita dai modelli di dettaglio che costruiva per illustrare la soluzione di problemi costruttivi complessi, come quelli che secondo la tradizione realizzava ad uso e consumo delle maestranze.

skilful and careful communicator defending his project against his often harshly critical and suspicious financiers/patrons.

Following on, then, the physical models for architecture will be highlighted, especially those dating back to a definite historical period and to a specific author (Brunelleschi), without claiming to delve into the complex fields of model theory in relation with other research activities and studies, for which reference should be made to the extensive available specialist literature.

Besides the already mentioned Maldonado, whose research focuses on theoretical issues in relation to architecture and design, we note Salvatore di Pasquale with an extensive study on static problems associated with scale representations, as well as Massimo Scolari for a wide-scope digression on the topic of models as a form of representation, but at the same time illustrating the salient and distinctive features used by the author about scale representation of architecture and in particular about the details of construction necessary for its execution.

The rules of drawing and representation in general, in the time of Filippo, were in great ferment; or better still we can even say that he himself actively contributed in a decisive way to the development of the modern concept of perspective; but in such a fascinating period of transition, what was the role of models? Did they join this transformation too?

Brunelleschi, classical and anti-classical at the same time, was the product of a practical educational path, based on serving a workshop apprenticeship. He was a skilled craftsman, a goldsmith and a watchmaker, but he was also an artist and genius who clearly understood the value of representation.

In this sense, the models by Brunelleschi, are careful representations calculated to not give away too many of his design ideas to the city jury, showing certain aspects of the project, but not its entirety.

Brunelleschi proves himself deeply Gothic, that is to say, careful to keep his independence as a designer in relation to the adverse criticism by those not in the know or, even worse, the rivals who wanted to get hold of his ideas.

This professional confidentiality, however, is contradicted by the detailed explanatory models he created in order to show the solution for complex problems of execution to the workers of the various trades who were building the dome.

Il mondo antico, sicuramente più di quello gotico e tardo antico, fornisce delle testimonianze materiali che possono essere accostate a questa duplice natura dei modelli Brunelleschiani.

Vitruvio nel X libro del *De Architectura* usa il termine *exemplar* per definire il modello in scala di una macchina contro gli assedi; tale parola permane fino alle soglie del Rinascimento con la locuzione *esempio* (Ascani 1996, p. 30), ma ancora più interessanti rispetto alle fonti scritte sono i pochi ma sostanziali modelli sopravvissuti.

L'aspetto che li accomuna ai modelli brunelleschiani è proprio questo carattere di parzialità, di intenzionale incompletezza.

I motivi possono essere molteplici e non necessariamente analoghi a quelli delle scelte di rappresentazione operate da Brunelleschi, cionondimeno rimane il fatto che gli esempi maggiormente emblematici (Cipriani e altri 2014) sono costituiti da modelli concepiti come incompleti, come avviene per l'*adyton* di un tempio e i *ima cavea* di un teatro ritrovati in Libano, il crepidoma con base di colonne ed indicazione della cella di un tempio periptero ritrovato ad Ostia, la planimetria di un edificio per spettacoli da Villa Adriana.

L'impressione è che tali figurazioni tridimensionali fossero centrate nel comunicare in modo elementare ed intuitivo le parti di alcune architetture, le cui caratteristiche non coincidevano con soluzioni tipologiche convenzionali.

I modelli della Cupola di Santa Maria del Fiore

Se il modello architettonico venne utilizzato per molteplici intenti anche nei secoli precedenti, è senza dubbio nel Quattrocento che ebbe uno dei suoi momenti di maggior diffusione.

Chiese, palazzi, edifici di rilievo e strutture monumentali di ogni tipo per la visualizzazione tridimensionale di fronte alla committenza necessitavano di un modello in scala dell'edificio finito, talvolta completo persino dell'apparato decorativo, che i soli documenti scritti o i disegni di progetto non potevano fornire pienamente ai non addetti ai lavori.

Si trattava di modelli di grande maestria, lavorati da abili artigiani e pertanto degni di uno status artistico ca-

The ancient world, certainly more than the Gothic period and Late Antiquity, provides some direct evidence that can be compared to this dual nature of the models by Brunelleschi.

Vitruvius in the 10th Book of *De Architectura* uses the term *exemplar* in order to define the scale model of a war machine against sieges. This word is still in use at the threshold of the Renaissance with the expression *esempio* (Ascani 1996, p. 30), however the few but significant still existing models can be even more interesting than the written sources.

The aspect that associates them to the models by Brunelleschi is precisely this intentional incompleteness.

There are various reasons – not necessarily comparable to those criteria chosen for representation by Brunelleschi; nevertheless it remains a fact that the most emblematic examples (Cipriani *et al* 2014) are represented by models conceived as incomplete, as for instance the model of the *adyton* of a temple and the *ima cavea* of a theatre found in Lebanon, the *crepidoma* with stylobate and columns and indication of the cell of a peripteros temple found in Ostia, the plan of a building for performances from Villa Adriana.

The first impression is that those three-dimensional representations were focused on communicating in an elemental and intuitive way the various parts of some architecture, whose characteristics didn't correspond to conventional typological solutions.

The models of the Dome of Santa Maria del Fiore

If the architectural model was used for several purposes even in the previous centuries, without a doubt in the fifteenth century it had its moment of greatest diffusion.

Churches, palaces, important buildings and monumental structures of any sort had to be illustrated to the client in three-dimensional visualisation by means of a scale model of the building as it would appear when completed, sometimes even with decorations, considering that written documents or drawings themselves could not provide a full understanding to non-experts.

These models were made with superb craftsmanship, manufactured by skilled craftsmen, and therefore have great artistic value for their explanation of the con-

pace di illustrare l'iter ideativo, oltre ad essere documenti veri e propri per far perdurare la volontà del progettista, viste le lunghe tempistiche necessarie per l'erezione delle fabbriche (Goldthwaite 1980, pp. 373-375).

Tuttavia il modello non era solamente il risultato finale del processo progettuale, ma contribuiva come riferimento anche nella fase costruttiva, come possono testimoniare quei modelli di dettagli, anche in scala naturale, utilizzati nella definizione dei particolari di ornamento. Di questi modelli un tempo esistiti sicuramente in gran numero, oggi purtroppo la maggior parte è andata irrimediabilmente perduta, sia per la deperibilità dei materiali con cui erano costruiti, molto spesso legno, gesso ma anche cera, che per aver terminato il loro scopo, fatto che portava alla modifica e/o distruzione dei riferimenti non più necessari.

Più semplicemente molti modelli andarono perduti per il succedersi degli eventi storici, che contribuirono alla loro dispersione lasciandone traccia più o meno esplicita nelle sole fonti scritte.

Dei pochi modelli architettonici del Rinascimento, possiamo notare che tra i sopravvissuti sono presenti principalmente quelli destinati alla rappresentazione di strutture religiose, plausibilmente a causa della monumentalità degli edifici che presupponeva la permanenza del modello per molti decenni.

Ad esempio abbiamo testimonianza dell'esistenza di esemplari trecenteschi per il Duomo di Milano, per il Duomo di Bologna e anche per la Cattedrale di Firenze, il cui modello era stato costruito in elementi laterizi nel 1367 (Millon 1974, p. 21).

Nella Firenze quattrocentesca la pratica della costruzione dei modelli era già assai diffusa, ma proprio in occasione del grande cantiere del rinnovato Duomo di Santa Maria del Fiore vennero prodotti un gran numero di modelli, con proposte progettuali per voltare la cupola, ma anche per la decorazione esterna del tamburo e successivamente per il progetto della facciata.

A seguito del concorso bandito dall'Opera nel 1418 per raccogliere nuove soluzioni tecniche che avrebbero permesso la costruzione della Cupola della chiesa, diversi concorrenti avanzarono una proposta, sebbene solo due di loro richiamassero l'attenzione della committenza: Filippo Brunelleschi e Lorenzo Ghiberti (Corazzi-Conti 2011, p. 62).

ceptual process, in addition to being out-and-out documents which sustained the will of the designer given the long time required for the construction of the building (Goldthwaite 1980, pp. 373-375).

However, the model was not only the final result of the design process. It also contributed as a reference in the construction phase, as proved by models of details in full-scale, used for the definition of the decorative particulars.

These models, once certainly great in number, unfortunately are today mostly lost, due both to the perishable materials, often of wood, plaster or wax, and also because when they had completed their purpose they became useless, hence causing the alteration and/or destruction of the references which were no longer necessary.

More simply, many models were lost for the succession of historical events that contributed to their dispersion leaving more or less evident traces only in the written sources.

Regarding the few architectural models of the Renaissance, we note that among the surviving ones there are principally those intended for the representation of religious structures. These survived presumably because of the monumental nature of the buildings that presupposed the durability of the model for many decades.

For example, we have proofs of the existence of fourteenth-century models for the Duomo of Milan, the Duomo of Bologna and also for the Cathedral of Florence, which model had been built in brick elements in 1367 (Millon 1974, p. 21).

In fifteenth-century Florence the practice of building models was indeed very popular, but on the occasion of the great construction site of the new Cathedral of Santa Maria del Fiore, a large number of models were created with their designs covering issues relating to the vaulting of the dome, the outside decoration of the drum, and at a later stage for the project of the façade.

Following the competition announced by the Opera in 1418 in order to find new technical solutions making possible the construction of the Dome of the church, a number of competitors submitted proposals, although only two of them caught the attention of the jury: Filippo Brunelleschi and Lorenzo Ghiberti (Corazzi-Conti 2011, p. 62).

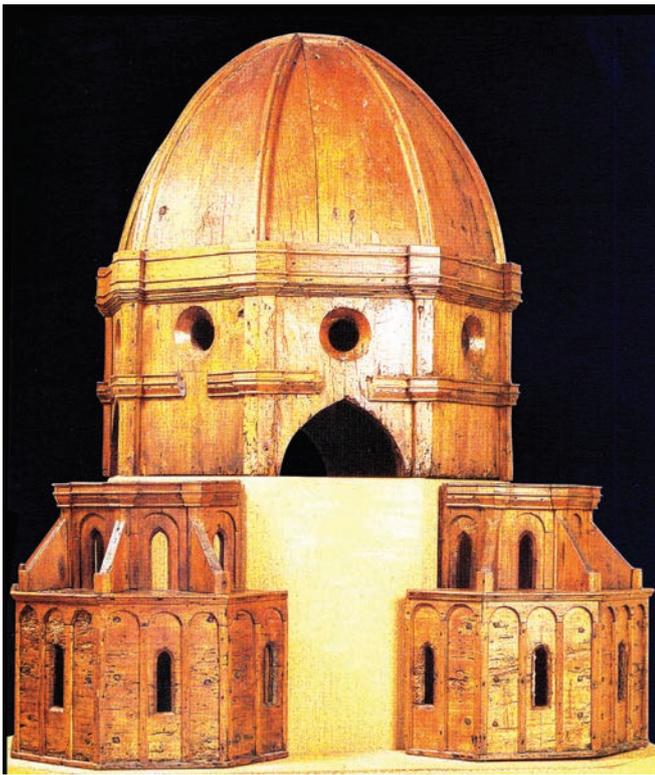


Fig. 1. Modello ligneo della cupola e delle parti absidali del Duomo di Firenze, realizzato da Brunelleschi e conservato presso il Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore, Firenze.

Fig.1. Wooden model of the dome and the apse parts of the Cathedral of Florence, built by Brunelleschi and preserved at the Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore, Florence.

Entrambi i contendenti, che sarebbero diventati i maggiori antagonisti per la costruzione, avevano realizzato un modello in muratura, limitando l'utilizzo del legno solo per i particolari architettonici di ridotte dimensioni o per i supporti.

La documentazione archivistica riporta alcuni dettagli interessanti, che possono essere utili per comprendere la natura degli esemplari costruiti: Ghiberti propose un modello fatto di «mattoni piccolini crudi», in collaborazione con il legnaiolo Bartolomeo dallo Studio; al contrario Brunelleschi aiutato da Donatello e da Nanni di Banco impiegò mattoni tradizionali, quadrati e rettangolari di formato pari a metà di quelli di quarto («mattoni di quarto» e «mezzane») e si servì di fili di ferro e di corde per il tracciamento.

L'ampiezza di questo modello in muratura, di dimensioni di 4 metri di altezza per 2 metri di larghezza,



Fig. 2. Modello ligneo della lanterna del Duomo di Firenze. Anche questo modello è attribuito al Brunelleschi e conservato presso il Museo di Santa Maria del Fiore di Firenze.

Fig. 2. Wooden model of the lantern of the Dome of Florence. This model is also attributed to Brunelleschi and preserved in the Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore of Florence.

Both contenders, who became the worst of rivals during the construction, had created a masonry model, limiting the use of wood only for the architectural details of small dimension and for the supports.

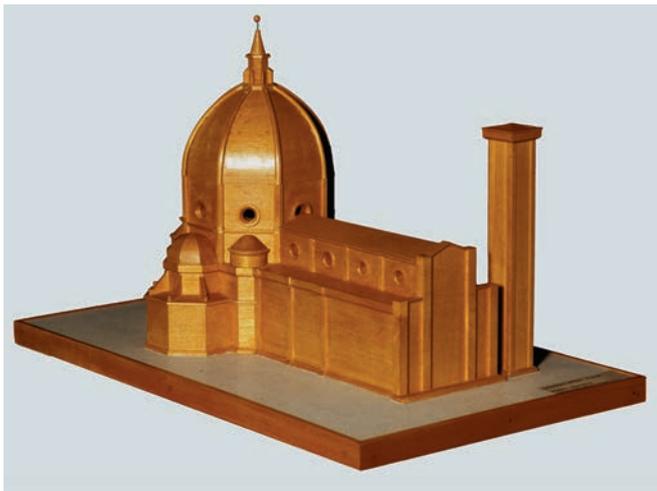
The archival documentation reveals some interesting details, which can be useful for understanding the nature of the built models: Ghiberti proposed a model made of “little uncooked bricks,” in collaboration with the carpenter Bartolomeo dallo Studio; on the contrary Brunelleschi, helped by Donatello and by Nanni di Banco employed traditional bricks, square- and rectangular-shaped equal to one-half of the “quarter-bricks” (“mattoni di quarto” and “mezzane”) and made use of wires and ropes for the tracing.

The size of this masonry model, 4 meters high and 2 meters wide, even allowed the members of the Committee to enter into it for the evaluation of the project,



Figgs. 3-8. Nel cantiere dell'ex Teatro degli Intrepidi (dove sorgerà il nuovo Museo dell'Opera del Duomo di Firenze) sono stati rinvenuti i resti di una piccola cupola in muratura, realizzata con la tecnica a spina di pesce usata da Brunelleschi per la cupola di Santa Maria del Fiore. Le immagini fotografiche sono state realizzate da Adriano Bartolozzi dell'Università di Firenze.

Figs. 3-8. In the construction site of the former Teatro degli Intrepidi (location of the new Museum of the Opera del Duomo in Florence) were found the remains of a small masonry dome built with the herringbone technique used by Brunelleschi for the dome of Santa Maria del Fiore. Photos by Adriano Bartolozzi, University of Florence.



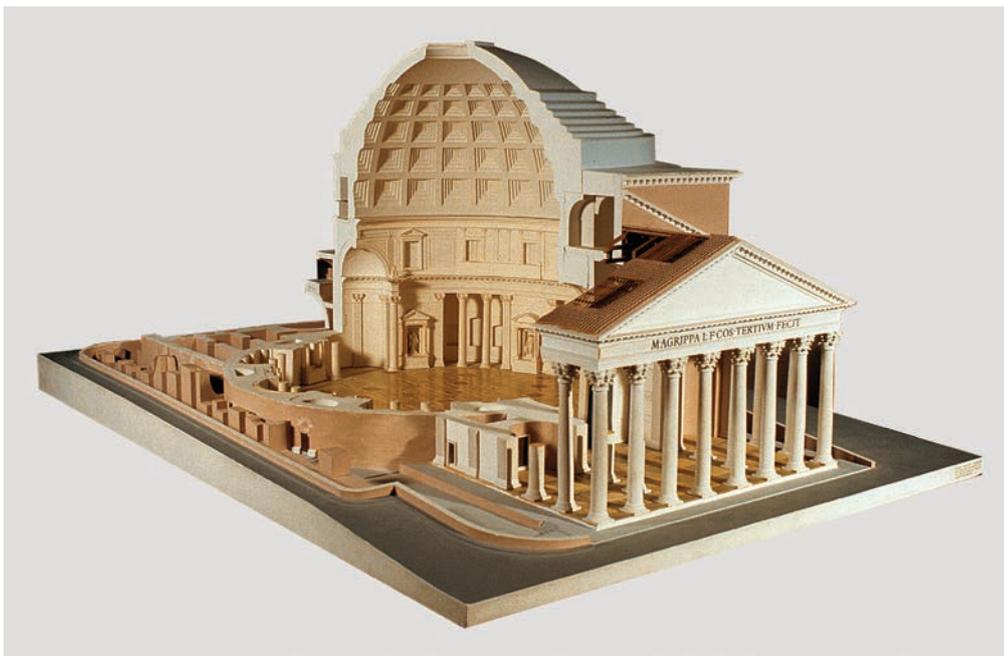
*Fig. 9. Cattedrale di Santa Maria del Fiore *, (Museo Omero di Ancona).*

*Fig. 9. Model of the Cathedral of Santa Maria del Fiore *, (Museo Omero di Ancona).*



*Fig. 10. Modello della Cupola del Brunelleschi *, (Museo Omero di Ancona).*

*Fig. 10. Model of Brunelleschi's Dome *, (Museo Omero di Ancona).*



*Fig. 11. Modello del Pantheon *, (Museo Omero di Ancona).*

*Fig. 11. Model of the Pantheon *, (Museo Omero di Ancona).*

permetteva addirittura l'ingresso ai membri della commissione per la valutazione del progetto, e rimase integro fino alla fine dei lavori (Guasti 1857, doc. 68).

Per quanto riguarda l'approccio del Brunelleschi, risulta evidente che l'utilizzo del modello era estremamente pratico: tramite esso, alla verifica degli elementi e della loro proporzione, si affiancava l'istruzione delle maestranze sull'avanzamento della costruzione e pertanto il modello costituiva una sorta di guida o esempio per concretizzare l'idea teorica agli occhi degli operai.

A riprova di ciò, il biografo Manetti dà notizia che l'architetto faceva spesso uso di modelli in materiali facilmente malleabili, come cera o argilla, e che addirittura usasse intagliare con il coltello una specie di rape (i cosiddetti *calicioni*) per mostrare ai muratori il sistema di apparecchiatura muraria o l'inclinazione degli elementi costruttivi (Manetti 1927, p. 54).

Tuttavia i modelli che Brunelleschi aveva costruito per la cupola rimanevano intenzionalmente segreti, come ricorda anche Giorgio Vasari, proprio per evitare che i concorrenti ne carpissero l'idea (Vasari 1550).

Le narrazioni del tempo ci dipingono l'architetto come molto geloso delle proprie intuizioni e attento a non farle comprendere nemmeno a chi era incaricato della costruzione fisica della maquette.

Per questo, risultavano chiari solo i rapporti proporzionali generali, senza dettagli su tecniche costruttive e decorazione, in modo che la presenza e l'assistenza del Brunelleschi fossero indispensabili e che lui stesso potesse costantemente controllare l'avanzamento dei lavori, fornendo le informazioni poco alla volta.

Stando alla testimonianza di Giovan Battista Gelli, per la verifica delle sezioni della cupola era stato spianato in parte il greto del fiume Arno per il disegno 1:1 della curvatura geometrica degli elementi dell'opera (Fanelli-Fanelli 2004, p. 24), oltre ai molti modelli che il Brunelleschi sicuramente costruì in gran segreto per verificare le sue idee per la realizzazione della grande Cupola. In riferimento a questo fatto deve essere messo in evidenza che, durante i recenti lavori nel cantiere dell'ex Teatro degli Intrepidi di Firenze dove sorgerà il nuovo Museo dell'Opera del Duomo, sono stati rinvenuti i resti di una piccola cupola in muratura, realizzata con la tecnica a spina di pesce, che pare possa essere stata utilizzata da Brunelleschi come prototipo in scala per la cupola del Duomo.

and remained intact until the end of the construction project (Guasti 1857, doc. 68).

As regards Brunelleschi's approach, it is evident that the use of the model was extremely practical: by means of it, besides the check of the elements and their proportion, there was also the possibility to educate the workers during the progress of the construction and therefore the model was used as a sort of guide or example to actualize the theoretical idea in the eyes of the workers.

As further proof of this fact, the biographer Manetti gives the news that the architect, who often made use of models using malleable materials like wax or clay, even used a knife to carve a kind of turnip (the so-called *calicioni*) in order to demonstrate to workers the system of masonry laying beds and the tilt angle of the construction elements (Manetti 1927, p. 54).

However, the models that Brunelleschi had built for the dome remained intentionally secret, as Giorgio Vasari mentions, to prevent his professional rivals from understanding his ideas (Vasari 1550).

Accounts at the time describe the architect as jealously guarding his own insights and being careful to keep his "secrets" even from those who were in charge of the physical construction of the maquette.

For this reason, only the general proportional relationships were understandable, without details on construction techniques and decoration, so that Brunelleschi's presence and assistance on site were essential and that he himself could constantly control the progress of the work, providing information little by little as needed.

At the time, according to Giovan Battista Gelli, a part of the gravel bed of the river Arno had been levelled in order to draw in full-scale the geometrical curvature of the elements of the structure (Fanelli-Fanelli 2004, p. 24) for the control of the sections of the dome, in addition to some models that Brunelleschi certainly built in great secrecy to test his ideas for the construction of the great Dome.

With regards to this fact, it should be highlighted that during recent work on the construction site of the former Teatro degli Intrepidi in Florence, which will be the location of the new Museum of the Opera del Duomo, they found the remains of a small masonry dome. This was built using the herringbone technique, and maybe used by Brunelleschi himself as a full-scale prototype for the dome of the church.

Le evidenze documentarie confermano che nell'area fossero presenti all'epoca attività artigianali connesse alla grande fabbrica, pertanto come suggerisce il prof. Francesco Gurrieri, vicepresidente dell'Opera del Duomo e docente di restauro all'Università di Firenze, è plausibile che questo sia proprio uno dei modelli che il grande architetto fiorentino eresse per provare la sua innovativa tecnica personale.

La fortuna vuole che anche ben due modelli lignei attribuiti a Filippo Brunelleschi siano attualmente conservati presso il Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore di Firenze.

Molti e noti sono gli studi approfonditi apparsi nell'ultimo quarantennio su entrambe le *maquettes* lignee (per citarne alcuni: Millon 1974, pp. 21-23, con schede specifiche alle pp. 585-591; Scolari 2005, pp. 165-189), che rappresentano la testimonianza più vicina all'epoca della costruzione.

Il primo modello, ben conservato in seguito ai restauri post-alluvione degli anni Sessanta, rappresenta la cupola completa di tamburo e arconi sottostanti, e parte delle tribune absidali. Sebbene ad una visione superficiale il modello sembri solo sbizzato, privo di ornamento e pertanto approssimativo, gli studiosi hanno registrato che le sue parti sono in scala 1:50 e addirittura il tamburo registra le irregolarità realmente esistenti tra i lati basamentali. Sebbene risulti impossibile datare il modello con certezza, è possibile ritenere la sua costruzione coeva all'opera di edificazione della Cupola, datata dagli esperti all'incirca nel ventennio 1420-1440 e pertanto attribuita al Brunelleschi stesso.

Le differenze riscontrabili con la realtà sono sicuramente frutto di modificazioni ed aggiustamenti successivi, che fanno ritenere ancora più inconsueta la sua conservazione, dal momento che solitamente a seguito di una trasformazione del progetto si usava operare una distruzione del precedente riferimento, sostituito da un esemplare aggiornato. Il secondo modello ligneo, su progetto attribuito all'architetto fiorentino ed eseguito da Antonio di Manetto Ciaccheri, rappresenta la lanterna marmorea progettata per sovrastare la sommità della Cupola.

Formato da due parti, la porzione di cupola sommitale e la lanterna vera e propria, pare che il modello risalga al concorso indetto nel 1436, quando risultò vincente ancora una volta la proposta del Brunelleschi. Anche questo

Documentary evidence confirms that at the time in the area there were activities of artisan workers related to the huge construction, and therefore, as suggested by Professor Francesco Gurrieri (vice-president of the Opera del Duomo and Professor of restoration at the University of Florence), it is possible that this model is the one the great Florentine architect constructed to validate his personal innovative technique.

Fortunately two wooden models attributed to Filippo Brunelleschi are currently preserved at the Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore in Florence.

During the last forty years many noted and in-depth studies have been carried out on both wooden *maquettes* (citing a few of them: Millon 1974, pp. 21-23, with specific information pages 585-591; Scolari 2005, pages 165-189), which represent the closest evidence to the time of construction.

The first model, well preserved after its restoration made necessary because of the flood of 1966, represents the dome with the drum, the arches below, and part of the apse tribune.

Although in a superficial view the model seems simple and rough, without ornament and therefore approximate, scholars found that its parts are in 1:50 scale, and even the drum records the irregularities that actually exist between the base sides.

Although it is impossible to attribute a date to the model, it is possible to consider its construction as contemporary to the construction of the Dome, dated by experts approximately to the two decades 1420-1440 and therefore attributed to Brunelleschi himself.

The differences we can discern from the reality of the actual dome are definitely the result of modifications and later alterations, which suggest that its preservation is really unusual, since usually after changes made during a project they would destroy the previous references, and substitute them with an updated model.

The second wooden model, whose design is attributed to the Florentine architect and was built by Antonio di Manetto Ciacchieri, represents the marble lantern designed to stand above the top of the dome.

Consisting of two parts, the portion of the top of the dome and the lantern itself, it seems that the model dates back to the competition announced in 1436, when once again Brunelleschi's proposal turned out to prevail.

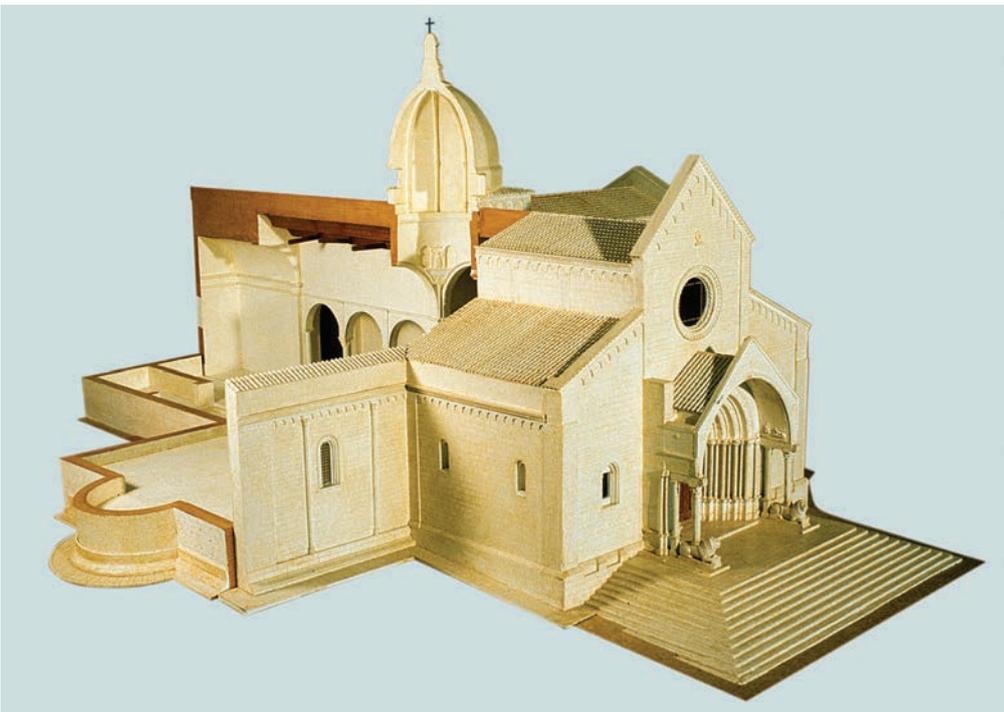
This model survived as a reference for the works,



*Fig. 12. Modello della Cattedrale di San Ciriaco, Ancona *, (Museo Omero di Ancona).*

*Fig. 12. Model of the Cathedral of San Ciriaco, Ancona *, (Museo Omero di Ancona).*

** Le immagini di questi modelli (depositati presso il Museo Omero di Ancona) sono concesse gentilmente dalla Direzione del Museo Omero di Ancona.*



*Fig. 13. Cattedrale di San Ciriaco, Ancona *, (Museo Omero di Ancona).*

*Fig. 13. Model of the Cathedral of San Ciriaco, Ancona *, (Museo Omero di Ancona).*

** The pictures of these models (preserved at the Museo Omero di Ancona) are courtesy of the Directorate of the Museo Omero di Ancona.*



Figg. 14-16. Modelli presentati per la mostra organizzata nel 2010 a Firenze: Modelli in gesso della cupola della Cappella Pazzi (Dipartimento di Architettura) e modello in legno e gesso della Cupola interna di S.Ivo alla Sapienza di Roma (Dipartimento della Sapienza, Roma).

Figs. 14-16. Models presented at the exhibition organized in 2010 in Florence: plaster models of the dome of the S.Spirito (Department of Architecture), wooden model of the dome of the S.Spirito (Department of Construction and Restoratio of Florence).



Fig. 17. Modello della Cupola di Santa Maria del Fiore realizzato dall'architetto Franco Gjzdulich.

Fig. 17. Model of the Dome Santa Maria del Fiore by the architect Franco Gjzdulich.

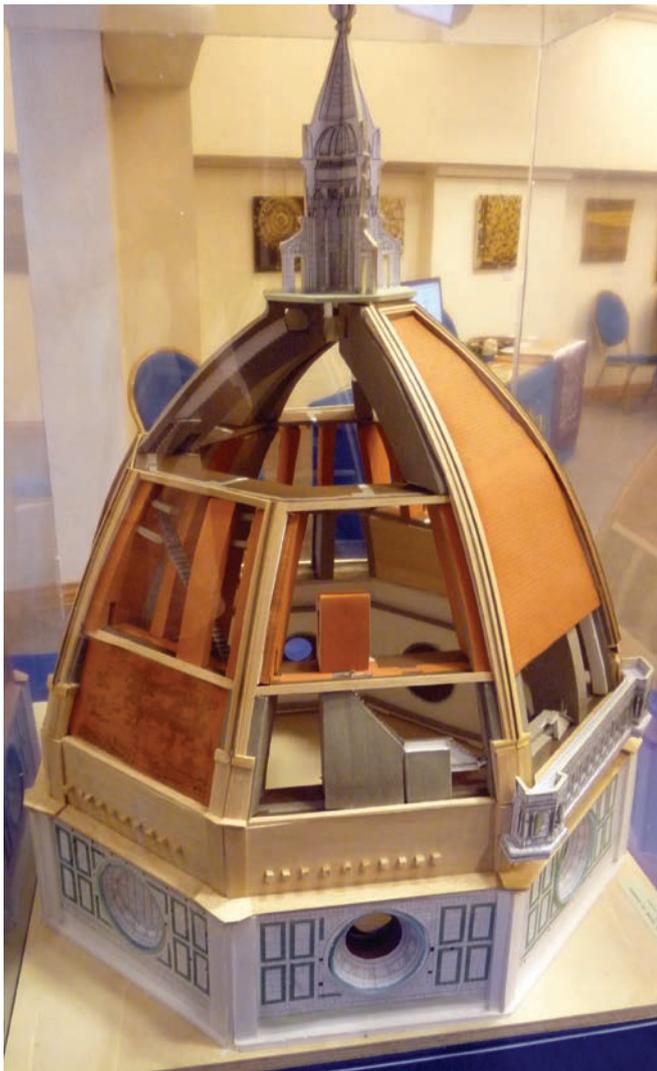


Fig. 18-22. Modelli realizzati da Roberto Corazzi per mostrare le varie parti della Cupola e le caratteristiche del concetto progettuale del Brunelleschi.

Figs. 18-22. Models by Roberto Corazzi to show the various parts of the dome and the characteristics of the design concept by Brunelleschi.

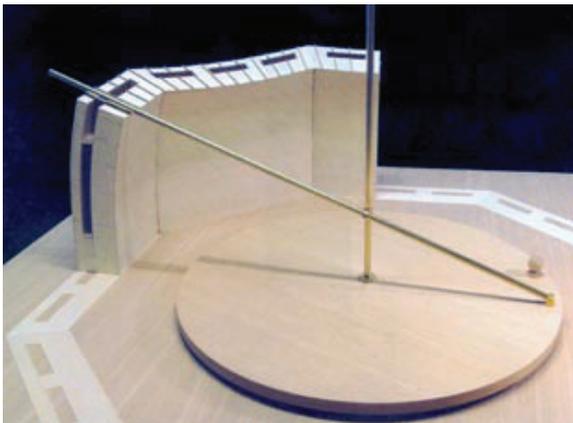


Fig. 23. Modello realizzato dall'architetto Franco Gizdulich che dimostra come per le vele contigue il piano di giacitura dei mattoni è il medesimo.

Figs. 23. Model designed by Franco Gizdulich that demonstrates how in two adjacent veles the laying plane of the bricks is the same.



Figs. 24-25. Modelli realizzati dal Dipartimento di Costruzioni e Restauro di Firenze. Sono evidenziati i mattoni a spina pesce.

Figs. 24-25. Models designed by Department of Construction and Restoration of Florence. In evidence the herringbone brick.



Fig. 26. Modello di gesso realizzato con la tecnica della randa ruotante con inclinazione prestabilita intorno ad un palo centrale per verificare l'effetto ottico derivante dalla disposizione su letti conici dei mattoni nell'intersezione con la superficie cilindrica della vela (Dipartimento di Costruzioni e Restauro).

Fig. 26. Plaster model realized with the technique of a rotating arm with preset inclination around a central pole to check the optical effect due to the conical lying beds of the bricks in the intersection with the cylindrical surface of the veles (Department of Construction and Restoration).

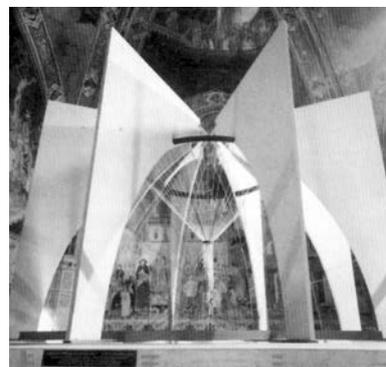


Fig. 27. Modello della geometria costruttiva della Cupola presentato alla mostra organizzata da B. Zevi Brunelleschi Anticlassico, Firenze 1977, poi esposto nella cappella della Sorbona e alla Expo di Tsukuba nel 1985.

Fig. 27. Model of the constructive geometry of the Dome presented at the exhibition Brunelleschi Anticlassico, organized by B. Zevi, Florence 1977, later on display in the chapel of the Sorbonne and at the Expo of Tsukuba in 1985.

modello sopravvisse come guida per i lavori, sebbene con alcune modifiche effettuate dopo la morte dell'architetto, riscontrabili in alcuni ritocchi visibili.

Gli altri modelli lignei costruiti a seguito del concorso del 1507 per la decorazione di rivestimento della parte esterna del tamburo, e tuttora conservati presso il Museo dell'Opera, vennero proposti da importanti artisti dell'epoca. Citiamo in particolare il modello di Antonio Manetti Ciaccheri, dei Sangallo, e quello attribuito a Simone del Pollaiuolo detto il Cronaca, Giuliano da Sangallo e Baccio d'Agnolo, aspramente criticato dai concittadini e in seguito abbandonato.

Michelangelo Buonarroti nel 1515 propose un modello alternativo alla parte di decorazione realizzata che lui stesso aveva definito "gabbia dei grilli".

Per le facciate, ricordiamo invece i modelli lignei del Buontalenti, di Giovanni Antonio Dosio del 1589, di Don Giovanni de' Medici e di Giambologna.

Commento finale

Riportare il concetto di modello al contesto storico di appartenenza è un aspetto cruciale da tenere in considerazione al fine di evitare un fondamentale fraintendimento che purtroppo caratterizza molte ricerche in ambito architettonico, e cioè quello di valutare un manufatto alla luce della nostra concezione di scienza, di arte, di tecnologia e naturalmente di estetica.

Come accade in generale per l'architettura costruita e per le sue rappresentazioni, anche i modelli brunelleschiani sono delle raffigurazioni da valutare, al pari dei disegni, alla luce di un preciso contesto storico e culturale.

Quindi è possibile affermare che Brunelleschi ideò e costruì materialmente molti modelli al fine di realizzare la Cupola del Duomo di Firenze, ma è altrettanto doveroso aggiungere che questi manufatti sono caratterizzati da codici della rappresentazione assai lontani da quelli contemporanei e dotati di finalità anche molto diverse rispetto a quelle attuali.

Essi costituiscono la traduzione in termini pratici di concetti profondamente innovativi per il suo tempo e ciò è vero sia sotto il profilo costruttivo che sotto quello tecnologico.

Tali figurazioni plastiche possono essere classificate in base ad un doppio registro: da un lato si sono conser-

although it underwent some changes after the architect's death observable in some adjustments to the model.

The other wooden models constructed following the competition in 1507 for the decoration covering the outside of the drum, still preserved at the Museo dell'Opera, were proposed by the major artists of the period.

In particular we can cite the models by Antonio Manetti Ciaccheri, by the Sangallos, the one attributed to Simone del Pollaiuolo known as the Cronaca, Giuliano da Sangallo and Baccio d'Agnolo, harshly criticized by his fellow citizens and later not completed.

In 1515 Michelangelo Buonarroti proposed an alternative model for the already completed decorated area that he himself described as "the cage of crickets".

For the facades, we can count instead the wooden models by Buontalenti, by Giovanni Antonio Dosio in 1589, by Don Giovanni de' Medici and by Giambologna.

Final comment

Relating the concept of model to the historical context is a crucial aspect to take into account in order to avoid a fundamental misunderstanding that unfortunately is typical of much research in the field of architecture, which is to consider a building in the light of our contemporary concept of science, art, technology and, of course, aesthetics.

As occurs in general for built architecture and its representations, the models by Brunelleschi are also depictions to be considered, like drawings, in the light of a defined historical and cultural context.

So we can say that Brunelleschi designed and built materially many models aimed at realising the Dome of the Cathedral of Florence, but it is as proper to add that these artifacts are characterized by old codes of representation, quite distant from the current ones and with very different objectives compared to the actual ones.

They represent the translation into practical terms of deeply innovative concepts for his time, and this is true both in terms of construction and technology.

These plastic depictions can be classified on a dual level: on the one hand as preserved illustrative models, but at the same time schematic but not excessively ex-

vati modelli illustrativi, al tempo stesso schematici ma non eccessivamente espliciti realizzati per l'approvazione da parte della committenza. In questa categoria possono essere anche inclusi i modelli costruttivi realizzati per dimostrare la validità di certe tecniche di costruzione particolarmente innovative e quindi da sottoporre a verifica, ma anche per simularne taluni aspetti logistici.

Dall'altro abbiamo la testimonianza di modelli di dettaglio intenzionalmente realizzati mediante materiali "effimeri" poiché improntati ad una comunicazione estemporanea e limitata ai soli esecutori dell'opera.

Questo modo di procedere è per certi versi la testimonianza di una modalità operativa antica, nella quale il lavoro complessivo era gestito in modo verticistico da un singolo coordinatore, ideatore e comunicatore abilissimo, ma al tempo stesso unico responsabile dalla fase euristica a quella esecutiva del progetto.

Le valutazioni che si possono eseguire sui modelli di Brunelleschi sono molteplici ed alcune possono anche riguardare quest'ultimo aspetto della realizzazione della cupola e cioè la necessità di un'estenuante opera di comunicazione con la committenza e con le maestranze, che doveva avvenire attraverso media diversi, fra cui naturalmente i modelli, che giocavano un ruolo chiave.

Consapevoli del rischio implicito che vi è nel varcare la soglia storica di appartenenza di un'opera per trovarne una eco nel mondo contemporaneo, è tuttavia necessario effettuare un paragone rispetto all'attuale fase di sviluppo dei sistemi di rappresentazione informatica per il progetto di architettura.

Da un lato abbiamo una molteplicità di modelli fisici, pensati e ideati a partire dai presupposti comunicazionali diversi, "filtrati" abilmente da Brunelleschi al fine di evitare le inevitabili diatribe.

Oggi al contrario la tendenza è diametralmente opposta e si basa sulla realizzazione di una sorta di modello "mastro" (Lindsey 2002, p. 89) che include tutte le possibili declinazioni di una rappresentazione: dalla restituzione canonica, al computo metrico, alla verifica statica, ecc.

Questa tendenza che attualmente è rappresentata dai sistemi virtuali (ad esempio i Building Information Modeling) è diventata in ambito internazionale un vero e proprio standard anche in termini contrattuali, ed in particolare per progetti di elevate complessità.

PLICIT models, aimed at gaining the approval of the client.

In this category can also be included the technical models created to demonstrate the effectiveness of particularly innovative construction techniques and put them to the test, but also useful to simulate some of the logistical aspects.

On the other hand we have evidence of models representing details intentionally made of "ephemeral" materials with the purpose of impromptu communication and restricted only to the persons who realized the work.

This approach is to some extent proof of a very old way of proceeding, when the overall work was managed in a hierarchical manner with only one coordinator, creator and skilled communicator, at the same time the only one supervisor from the initial phase up to the execution of the project.

The evaluations of the models by Brunelleschi are numerous and some of them may also deal with this last point of view concerning the construction of the dome, that is to say the need of never ending, tiring, communication with the client and with the workers, achieved via different media, including, naturally, the models which played a key role.

Conscious of the implicit risk which exists when crossing the historical threshold of the identity of a work which finds an echo in the contemporary world, it is nevertheless necessary to make a comparison in respect to the current phase of development for systems of computer representation for architectural design.

On the one hand we have a multiplicity of physical models, conceived and designed starting from different premises of communication, cleverly "interpreted" by Brunelleschi in order to circumvent the unavoidable debates.

On the other hand, today the trend is diametrically opposite and it is based on the realization of a kind of "master" model (Lindsey 2002, p. 89), that includes all the possible forms of representation: from the traditional drawings, to the metric calculation, the static verification, etc.

This trend that is currently represented by virtual systems (e.g. Building Information Modelling) has become in the international environment a real standard even in contractual terms, and in particular for projects of high complexity.

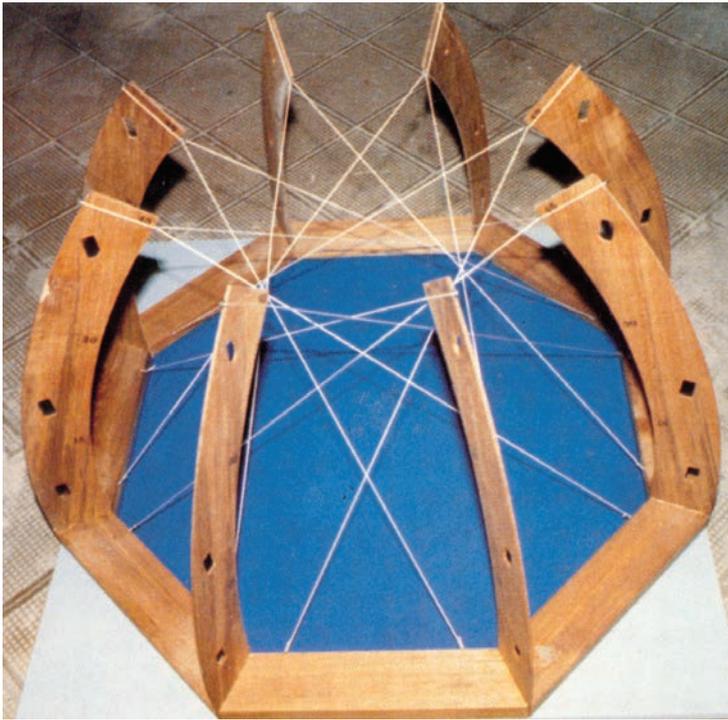


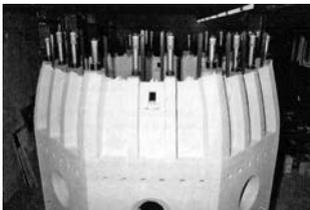
Fig. 28. Modello di Lando Bartoli in cui vengono evidenziati i triangoli pertinenti il gualandrino.

Fig. 28. Model by Lando Bartoli with the relevant triangles of the gualandrino.

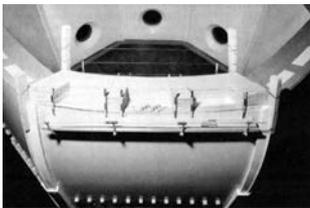


Fig. 29. Modello in cui sono ben visibili le corde blande (Dipartimento di Costruzioni e Restauro).

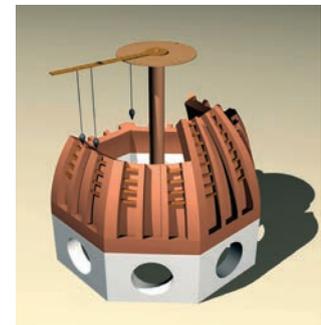
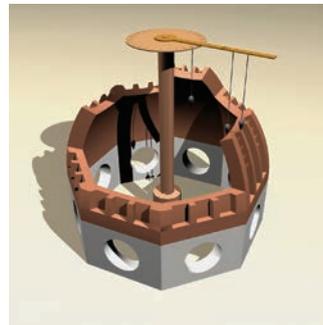
Fig. 29. Model with the corda blanda (Department of Construction and Restoration).



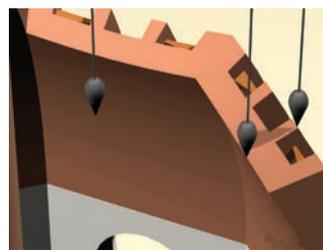
Figs. 30-33. Modello in scala 1:25 della Cupola interna e dei costoloni fino al secondo ballatoio interno e martinetti meccanici utilizzati per realizzare il carico sul modello (modello realizzato dal Dipartimento di Costruzioni e Restauro).



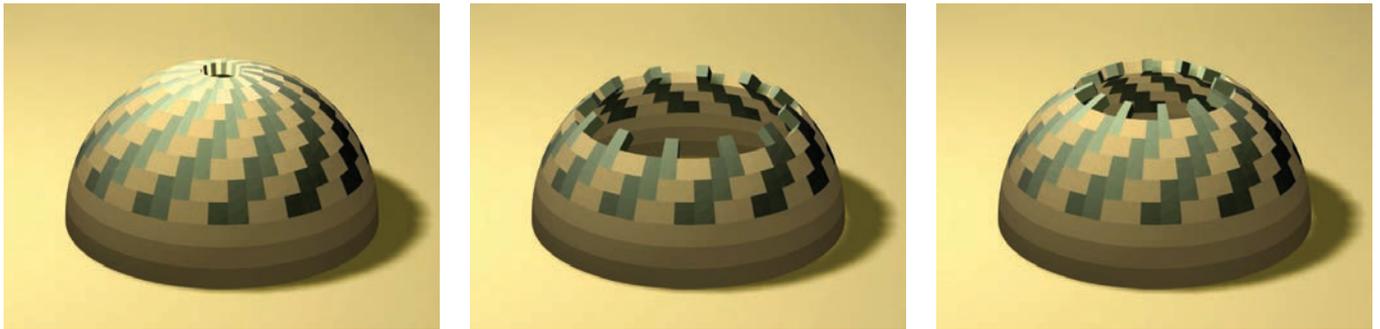
Figs. 30-33. Model in 1:25 scale of the inner Dome and jacks used to simulate the load on the model (model by the Department of Construction and Restoration).



Figs. 34-36 Immagini virtuali della costruzione della Cupola utilizzando il definitore albertiano per il rilievo delle misure delle parti da costruire (modello di G. Tempesta).



Figs. 34-36. Virtual images of the construction of the Dome utilizing the machine by Alberti for the survey of the measures of the parts to build (model by G. Tempesta).

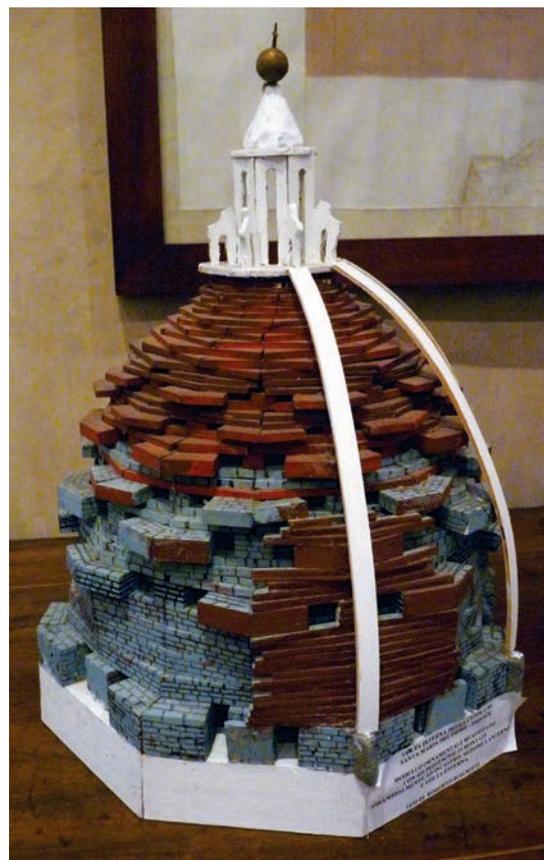


Figg. 37-39. Modello per la costruzione senza armature della cupola di rotazione. A partire dal primo anello costruito sul piano orizzontale superiore del tamburo, si può notare che gli elementi del successivo anello risultano collocati su una nuova superficie leggermente inclinata rispetto alla precedente e che questa inclinazione è destinata a crescere. Da un certo livello devono essere sempre presenti nell'anello inferiore elementi sporgenti tra i quali innestare gli elementi dell'anello superiore (G. Tempesta).

Figs. 37-39. Model for the construction of the dome without scaffolding in rotation. Starting from the first ring built on the horizontal plane above the drum base, it can be noted that the elements of the following ring are on a new surface – slightly sloping in respect to the previous one and with an increasing incline. At a certain level the presence of projecting elements in the lower ring are needed on which to insert the elements of the upper ring (G. Tempesta).



Figg. 40-41. Modelli realizzati da un non vedente (Roberto Biagiotti) e depositati presso gli uffici dell'Opera del Duomo.



Figs. 40-41. Models by a blind person (Roberto Biagiotti), now at the offices of the Opera del Duomo.



Fig. 42. Modello “interpretativo” realizzato da un detenuto della Casa Circondariale la “Dogaia” di Prato.

Fig. 42. “Interpretative” model built by an inmate of the Prison “Dogaia” in Prato.

Questi ambienti di lavoro collaborativo sono fondati sul concetto di modello quale «unica fonte di informazione» e nell’ambito di questo parallelismo fra *modus operandi* rinascimentale e contemporaneo, la seguente affermazione di Frank Gehry non può far altro che corroborare questo ardito legame: «per quel che può valere, io penso che [gli architetti del]l’ultima generazione debbano prendere in considerazione l’idea di diventare di nuovo maestri costruttori, assumendo nel processo costruttivo un ruolo quasi paterno ...».

In altri termini, cambiano le tecnologie, i codici della rappresentazione, la formazione degli architetti e delle maestranze, ma ieri come oggi le grandi opere sono il prodotto di un rapporto estremamente personale, quasi affettivo, fra l’ideatore e la sua opera.

Il Duomo di Firenze e gli innumerevoli modelli che furono necessari alla sua costruzione ne sono una testimonianza evidente, ma anche una lezione per le generazioni contemporanee che, sviluppando la propria formazione in un contesto eminentemente tecnologico, non dovrebbero dimenticare l’insegnamento brunelleschiano, fatto di rapporti diretti fra ideazione pratica e realizzazione dell’opera.

These collaborative work environments are based on the concept of a model as the “only source of information” and as part of this parallel between the Renaissance and the contemporary *modus operandi*, the following statement by Frank Gehry can’t help but support this bold link: “for what it’s worth, I think that [the architects] of the last generation should consider the idea of becoming the new master builders, acquiring in the construction process an almost paternal role ...”.

In other words, technologies, codes of representation, the education of architects and workers are changing, but today as in times past the great works are the product of a very personal relationship, almost emotional, between the creator and his work.

The Cathedral of Florence and the countless models necessary for its construction are an evident proof, but also a lesson for contemporary generations who, developing their education in a mainly technological environment, should not forget the teaching by Brunelleschi, based on direct relationships between practical ideation and realisation of the work.

Bibliografia / References

- Ascani V., *Il Trecento disegnato. Le basi progettuali dell'architettura gotica in Italia*, Viella, Roma 1996.
- Cipriani L., Fantini F., Bertacchi S., *Criteri di indagine degli spazi voltati nell'ambito dell'architettura storica e in archeologia*, in *SCIRES-IT, SCientific RESearch and Information Technology, Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, Vol. 3, n. 2 (2013), pp. 101-134.
- Conti G., Corazzi R., *Cupola della Cattedrale di Santa Maria del Fiore*, in Bini M., Battini C. (a cura di), *Nuove immagini di monumenti fiorentini. Rilievi con tecnologia laser scanner 3D*, pp. 50-51.
- Corazzi R., Conti G., *La Cupola di Santa Maria del Fiore raccontata dal suo progettista Filippo Brunelleschi*, Sillabe, Livorno 2005.
- Corazzi R., Conti G., *Il segreto della Cupola del Brunelleschi a Firenze. The Secret of Brunelleschi's Dome in Florence*, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2011.
- Fanelli G., Fanelli M., *La Cupola del Brunelleschi. Storia e futuro di una grande struttura*, Mandragora, Firenze 2004.
- Gavinelli C., *Storie di modelli espositivi e critici*, Alinea, Firenze 1993.
- Goldthwaite R. A., *The building of Renaissance. Florence: An Economic and Social History*, Baltimore, London 1980.
- Guasti C., *La cupola di Santa Maria del Fiore illustrata con i documenti dell'archivio dell'Opera Secolare: saggio di una compiuta illustrazione dell'opera Secolare e del Tempio di Santa Maria del Fiore*, Barbera, Bianchi Firenze 1857.
- Lindsey B., *Gehry digitale, resistenza materiale costruzione digitale*, Testo&Immagine, Torino 2002.
- Maldonado T., *Reale e Virtuale*, Feltrinelli, Milano 1992.
- Manetti A., *Vita di Filippo di ser Brunellesco*, Rinascimento del libro, Firenze 1927.
- Millon H. A., *I modelli architettonici nel Rinascimento*, in Millon H. A., Magnago Lampugnani V., *Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura*, Bompiani, Milano 1994, pp. 19-74.
- Di Pasquale S., *L'arte del costruire tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia 1996.
- Portoghesi P. (a cura di), *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, voce: «modello», Istituto Editoriale Romano, Roma 1969.
- Sardo N., *La figurazione plastica dell'architettura, modelli e rappresentazione*, Edizioni Kappa, Roma 2004.
- Scolari M., *Il disegno obliquo. Una storia dell'antiprospectiva*, Marsilio, Venezia 2005, in particolare i cap. "L'idea di modello" e "Il modello per la cupola di Santa Maria del Fiore" alle pp. 131-190.
- Vasari G., *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori et scultori italiani, da Cimabue, insino a' tempi nostri*, Firenze, per i tipi di Lorenzo Torrentino, 1550; ristampa, Torino, Einaudi, 1991.

