

# *drawing* disegno n. 66

idee immagini  
*ideas images*

Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, disegno  
e restauro dell'architettura – Sapienza Università di Roma  
*Biannual Journal of the Department of History, representation  
and restoration of architecture – Sapienza Rome University*

*Worldwide distribution and digital version EBOOK*  
[www.gangemeditore.it](http://www.gangemeditore.it)

*Full english text*



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Anno XXXIV, n. 66/2023  
€ 15,00 - \$/£ 20.00







Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, pubblicata con il contributo di Sapienza Università di Roma  
*Biannual Journal of the Department of History, representation and restoration of architecture, published with the contribution of Sapienza Rome University*

Registrazione presso il Tribunale di Roma n. 00072 dell'11/02/1991

© proprietà letteraria riservata

**GANGEMI EDITORE**<sup>®</sup>  
INTERNATIONAL

via Giulia 142, 00186 Roma  
tel. 0039 06 6872774 fax 0039 06 68806189  
e-mail [info@gangemieditore.it](mailto:info@gangemieditore.it)

[catalogo on line www.gangemieditore.it](http://catalogo.online.www.gangemieditore.it)

Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e all'estero anche in versione ebook.

*Our publications, both as books and ebooks, are available in Italy and abroad.*

Un numero € 15,00 – estero € 20,00 / \$/£ 24.00

Arretrati € 30,00 – estero € 40,00 / \$/£ 48.00

Abbonamento annuo € 30,00 –

estero € 35,00 / \$/£ 45.00

One issue € 15,00 – Overseas € 20,00 / \$/£ 24.00

Back issues € 30,00 – Overseas € 40,00 / \$/£ 48.00

Annual Subscription € 30,00 –

Overseas € 35,00 / \$/£ 45.00

**Abbonamenti/Annual Subscription**

Versamento sul c/c postale n. 15911001

intestato a Gangemi Editore SpA

IBAN: IT 71 M 076 0103 2000 0001 5911 001

Payable to: Gangemi Editore SpA

post office account n. 15911001

IBAN: IT 71 M 076 0103 2000 0001 5911 001

BIC SWIFT: BPPIITRRXXX

**Distribuzione/Distribution**

Librerie in Italia e all'estero/

*Bookstores in Italy and overseas*

Emme Promozione e Messaggerie Libri Spa – Milano

e-mail: [segreteria@emmepromozione.it](mailto:segreteria@emmepromozione.it)

[www.messaggerielibri.it](http://www.messaggerielibri.it)

Edicole in Italia e all'estero/

*Newsstands in Italy and overseas*

Bright Media Distribution Srl

e-mail: [info@brightmediadistribution.it](mailto:info@brightmediadistribution.it)

**Abbonamenti/Annual Subscription**

EBSCO Information Services

[www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com)

ISBN 978-88-492-5068-8

ISSN IT 1123-9247

Finito di stampare nel mese di giugno 2023

Gangemi Editore Printing

**Direttore scientifico/Editor-in-Chief**

Mario Docci

Sapienza Università di Roma

piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia

[mario.docci@uniroma1.it](mailto:mario.docci@uniroma1.it)

**Direttore responsabile/Managing editor**

Carlo Bianchini

Sapienza Università di Roma

piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia

[carlo.bianchini@uniroma1.it](mailto:carlo.bianchini@uniroma1.it)

**Comitato Scientifico/Scientific Committee**

Alonzo Addison, Berkeley, USA

Piero Albisinni, Roma, Italia

Carlo Bianchini, Roma, Italia

Eduardo Antonio Carazo Lefort, Valladolid, Spagna

Fabiana Carbonari, La Plata, Argentina

Laura Carnevali, Roma, Italia

Pilar Chías, Alcalá de Henares (Madrid), Spagna

Livio De Luca, Marsiglia, Francia

Francis D.K. Ching, Seattle, USA

Laura De Carlo, Roma, Italia

Mario Docci, Roma, Italia

Marco Gaiani, Bologna, Italia

Fernando Gandolfi, La Plata, Argentina

Angela García Codoñer, Valencia, Spagna

Natalia Jorquera Silva, La Serena, Cile

Joubert José Lancha, São Paulo, Brasile

Riccardo Migliari, Roma, Italia

Douglas Pritchard, Edinburgo, Scozia

Franco Purini, Roma, Italia

Mario Santana-Quintero, Ottawa, Canada

José A. Franco Taboada, La Coruña, Spagna

**Comitato di Redazione/Editorial Staff**

Laura Carlevaris (coordinatore)

Emanuela Chiavoni, Carlo Inglese,

Alfonso Ippolito, Luca Ribichini

**Coordinamento editoriale**

e segreteria/Editorial coordination

and secretarial services

Monica Filippa

**Traduzioni/Translation**

Erika G. Young

**Redazione/Editorial office**

piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia

tel. 0039 6 49918890

[disegnare@uniroma1.it](mailto:disegnare@uniroma1.it)

**In copertina/Cover**

TStudio-Guendalina Salimei, Housing

sociale in via Bembo, Primavalle, Roma.

Alloggi bioclimatici e sostenibili, 2016-2020.

Dettaglio della facciata su strada

(fotografia di Luigi Filetici)

TStudio-Guendalina Salimei. Social housing

in Via Bembo, Primavalle, Rome. Sustainable

bioclimatic housing, 2016-2020. Detail of the

façade facing the street (photo by Luigi Filetici)

Anno XXXIV n. 66, giugno 2023

3 Editoriale di Mario Docci, Carlo Bianchini

*Disegnare. Idee Immagini 3.0*

Editorial by Mario Docci, Carlo Bianchini

*Disegnare. Idee Immagini 3.0*

9 Guendalina Salimei

*Il segno e lo schizzo*

*The sign and the sketch*

16 Livio De Luca

*Un ecosistema digitale per lo studio*

*interdisciplinare di Notre-Dame de Paris*

*A digital ecosystem for the interdisciplinary*

*study of Notre-Dame de Paris*

32 Fabrizio Ivan Apollonio, Marco Gaiani,

Simone Garagnani, Michela Martini, Carl

Brandon Strehlke

*Misurare e restituire l'Annunciazione di*

*San Giovanni Valdarno del Beato Angelico*

*Measurement and restitution of the*

*Annunciation by Fra Angelico in San*

*Giovanni Valdarno*

48 Douglas Pritchard

*Intersezioni tra tecnologia, comunicazione*

*grafica e rappresentazione del patrimonio*

*culturale*

*The intersection of technology, graphic*

*communication, and cultural heritage*

*representation*

64 Riccardo Migliari

*Max Kleiber Perspektivikus*

*Max Kleiber Perspektivikus*

78 Riccardo Migliari

*Nostalgia ed emozione del disegno*

*The nostalgia and emotion of drawing*

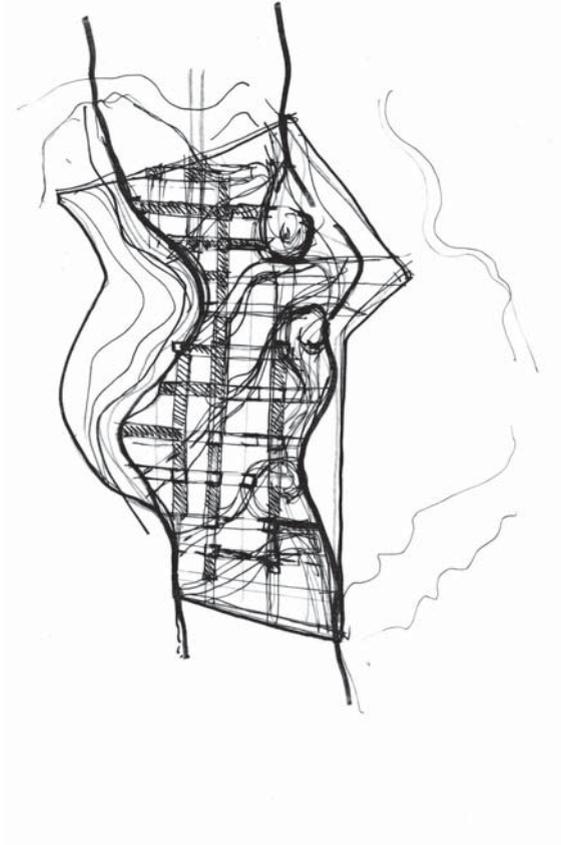
80 Carlo Bianchini

*Metamodellazione*

*Metamodelling*

Guendalina Salimei, Campus dell'Università della Scienza e della Tecnologia (USTH) ad Hanoi in Vietnam. Schizzo della planimetria generale in marker e china su carta lucida.  
*Guendalina Salimei, Campus of the University of Science and Technology (USTH) in Hanoi (Vietnam). Sketch of the general plan using a marker and China ink on tracing paper.*

---





## Carlo Bianchini

### Metamodellazione Metamodelling

<https://cdn.gangemeditore.com/DOI/10.61020/11239247-202366-08.pdf>

The digital revolution in first twenty-five years of this century provided us with an extensive range of hardware and software tools, thus allowing us to achieve a significant interaction between the real world and the virtual world. The 'heart' of this process lies, as we all know, in the Model, in other words in the medium which, in some ways, represents both the goal and the means of this interaction. For a long time researchers, technicians and ordinary users focused on the Model; more recently, however, this interest has gradually shifted to Modelling, i.e., to the many activities straddling theory and practice that govern the process of construction and data enrichment of the individual digital elements which, when combined, create the Model. This is not exactly a novel topic for those who have performed research in this field. However, primarily owing to the impulse experienced by 3D modelling caused by the overpowering diffusion of Building Information Modelling (BIM), especially the Heritage (HBIM) version, it has shown itself to be increasing relevant not only in the realisation of coherent, reliable products, but also because its impact clarifies the conceptual reference framework governing the entire process. This article discusses the conceptual framework around this issue and also presents several relevant projects implemented over the past twenty years.

Keywords: metamodelling, HBIM, quality of the models, virtual artefact

*The digital revolution that took place in the first quarter of this century has provided us with a wide range of hardware and software tools, thus allowing us to achieve significant interaction between the real world and the virtual world. The 'heart' of this process lies, as we all know, in the Model, in other words in the medium which, in some ways, represents both the goal and means of this interaction [Docci et al. 2001].*

*For a long time researchers, technicians and ordinary users focused on the Model; more recently, however, this interest has gradually shifted to Modelling, i.e., to the many activities, straddling theory and practice, that govern the process of construction and data enrichment of the individual digital elements which, when combined, create the Model [Attenni et al. 2022]. This is not exactly a novel topic for those who have performed research in this field [Addison, Gaiani 2000; Borghini, Carlani 2011; Borgogni, Ippolito 2011; Bianchini 2014]. However, primarily owing to the boost experienced by 3D*

*Il primo quarto di secolo di rivoluzione digitale ci ha consegnato un ampio ventaglio di strumenti hardware e software che consentono una significativa interazione tra il mondo reale e quello virtuale il cui cuore risiede, come noto, nel Modello, ovvero in quel medium che in qualche modo rappresenta sia il fine che il mezzo di questa interazione. Se per molto tempo è stato il Modello al centro dell'interesse di ricercatori, tecnici e semplici utenti, più recentemente l'attenzione si è andata via via spostando verso il Modellare, ossia verso quel complesso di attività a cavallo tra teorico e pratico che guidano il processo di costruzione e arricchimento informativo dei singoli elementi digitali che andranno insieme a comporre appunto il Modello. Questo tema non può definirsi esattamente nuovo per coloro che hanno sviluppato ricerche in questo ambito. Tuttavia, soprattutto a causa dell'impulso che la modellazione 3D sta ricevendo dalla prepotente diffusione del Building Information Modelling (BIM) specie nella sua versione Heritage (HBIM), esso si dimostra sempre più rilevante non solo per la realizzazione di prodotti coerenti e affidabili ma anche per il suo impatto nel chiarire il quadro concettuale di riferimento che governa l'intero processo. L'articolo discute il quadro concettuale in cui si inquadra la questione anche con il supporto di alcune esperienze sviluppate nell'ultimo ventennio.*

Parole chiave: metamodellazione, HBIM, qualità dei modelli, manufatto virtuale.

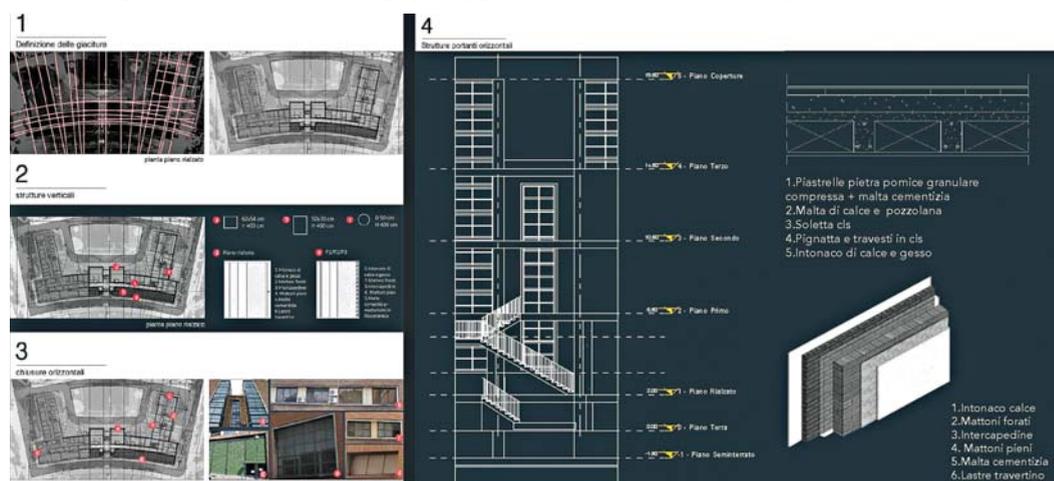
Il primo quarto di secolo di rivoluzione digitale ci ha consegnato un ampio ventaglio di strumenti hardware e software che consentono una significativa interazione tra il mondo reale e quello virtuale il cui cuore risiede, come noto, nel Modello, ovvero in quel *medium* che in qualche modo rappresenta sia il fine che il mezzo di questa interazione [Docci, Bianchini, Ippolito 2001].

Se per molto tempo è stato il Modello al centro dell'interesse di ricercatori, tecnici e semplici utenti, più recentemente l'attenzione si è andata via via spostando verso il Modellare, ovvero verso quel complesso di attività a cavallo tra teorico e pratico che guidano il processo di costruzione e arricchimento informativo dei singoli elementi digitali che andranno insieme a comporre appunto il Modello [Attenni et al. 2022]. Questo tema non può definirsi esattamente nuovo per coloro che hanno sviluppato ricerche in questo ambito [Addison, Gaiani 2000; Borghini, Carlani 2011; Borgogni, Ippo-

lito 2011; Bianchini 2014]. Tuttavia, soprattutto a causa dell'impulso che la modellazione 3D sta ricevendo dalla prepotente diffusione del *Building Information Modelling* (BIM) specie nella sua versione *Heritage* (HBIM), esso si dimostra sempre più rilevante non solo per la realizzazione di prodotti coerenti e affidabili ma anche per il suo impatto nel chiarire il quadro concettuale di riferimento che governa l'intero processo [Logothetis, Karachaliou, Stylianidis 2017; López et al. 2018; Yang et al. 2020].

#### Progetto, Modello e Manufatto

Mi sono più volte occupato del concetto di Modello con l'obiettivo di chiarirne i contorni sia teorici che operativi. Da un punto di vista epistemologico, il Modello è concordemente ritenuto il prodotto di un'interazione Soggetto/Oggetto (quest'ultimo indifferentemente reale o virtuale) in cui il primo costruisce attivamente dal secondo una selezione strutturata delle innumerevoli, possibili informazioni. Si



1/ *Pagina precedente*. Sapienza, Facoltà di Botanica nella Città Universitaria di Roma. Schemi descrittivi della Matrice Progettuale e della Matrice Costruttiva rielaborata (elaborazione di Martina Attenni).

Previous page. *Sapienza, Faculty of Botany in the Città Universitaria in Rome. Descriptive schema of the Design Matrix and re-elaborated Construction Matrix* (by Martina Attenni).  
2/ Sapienza, Facoltà di Botanica nella Città Universitaria di Roma. La fase di modellazione sovrapposta ai dati di rilievo 3D (elaborazione di Martina Attenni).

*Sapienza, Faculty of Botany in the Città Universitaria in Rome. The modelling phase superimposed on the 3D survey data* (by Martina Attenni).

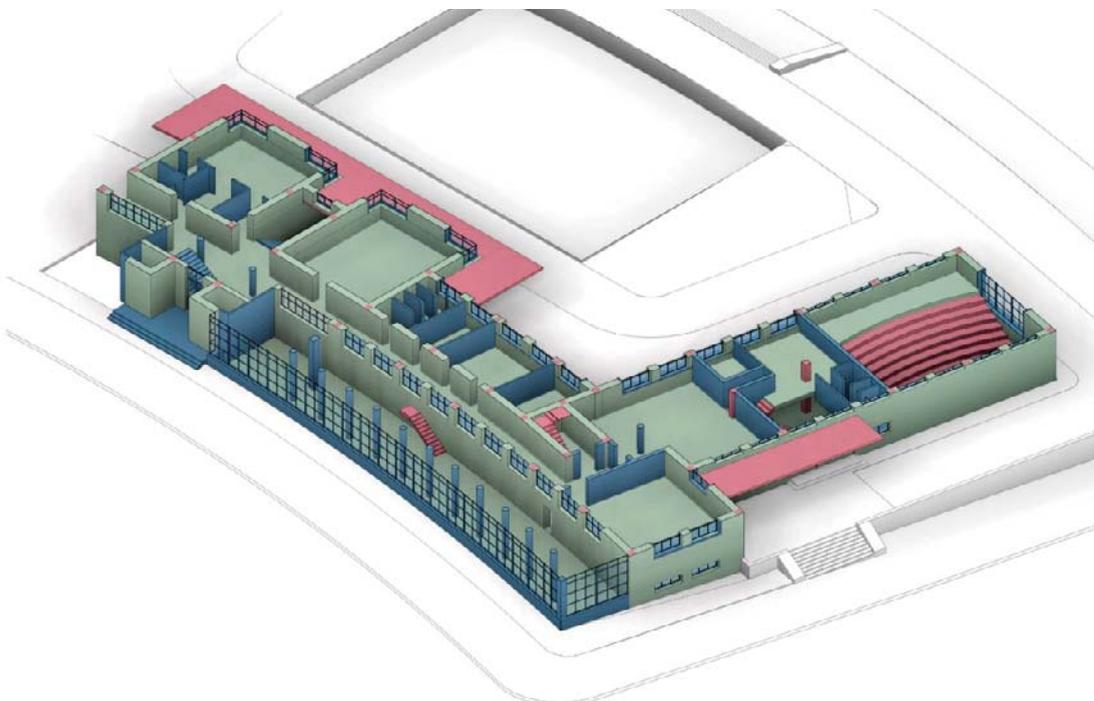
3/ Sapienza, Facoltà di Botanica nella Città Universitaria di Roma. Descrizione sintetica del Level of Reliability (LoR) del manufatto virtuale (elaborazione di Saverio Nicastro).  
*Sapienza, Faculty of Botany in the Città Universitaria in Rome. Concise description of the Level of Reliability (LoR) of the virtual artefact* (by Saverio Nicastro).



tratta in altre parole di un'operazione di lettura in cui il Soggetto estrae significati dall'Oggetto in funzione del proprio quadro semantico e sintattico.

Sebbene a questo stadio il Modello (e le informazioni che lo costituiscono) assuma significato solo per il Soggetto, ciò nondimeno esso svolge un complesso ruolo di mediazione tra quest'ultimo e l'Oggetto stesso innescando, tra gli altri, quel circuito virtuoso di feedback alla base tanto del processo ideativo che di quello più propriamente progettuale [Quaroni 1997]. Inoltre, una successiva (ma non obbligatoria) codifica e rappresentazione delle informazioni consente la

comunicazione del Modello ad altri soggetti in grado di interpretarne il codice. Paradigmatico in questo quadro il ruolo dei Modelli Grafici 2D in relazione alla loro capacità di porsi come sostituto virtuale dell'Oggetto sul quale simulare le più svariate operazioni come se effettivamente fossero compiute nella realtà [Migliari 2004]. Possibilità che come noto si basa sulla corrispondenza biunivoca tra l'Oggetto e la sua rappresentazione grafica assicurata dalla Scienza della Rappresentazione ma anche sulla capacità di quest'ultima di porsi come linguaggio condiviso per una comunità di soggetti diversi dal creatore del Modello [Bianchini 2014].



*modelling caused by the overpowering diffusion of Building Information Modelling (BIM), especially the Heritage (HBIM) version, it has shown itself to be increasingly relevant not only in the realisation of coherent, reliable products, but also because its impact clarifies the conceptual reference framework governing the entire process* [Logothetis, Karachaliou, Stylianidis 2017; López et al. 2018; Yang et al. 2020].

### Project, Model and Artefact

*I have repeatedly worked on the Model concept in order to clarify its theoretical and operational boundaries. From an epistemological point of view, a Model is unanimously believed to be the product of a Subject/Object interaction (whether real or virtual) in which the former actively uses the latter to create a structured selection of the countless possible pieces of information. In other words, it involves an interpretation during which the Subject extracts meanings from the Object depending on its own semantic and syntactic framework.*

*Although at this stage the Model (and the data it contains) is meaningful only for the Subject, it nevertheless plays a complex role as a mediator between the latter and the Object, triggering, amongst other things, a virtuous feedback that is behind the ideative process, but also, more specifically, the design process [Quaroni 1997]. Furthermore, a subsequent (but not obligatory) codification and representation of the data makes it possible to share the Model with other subjects capable of interpreting its code. In this framework the role of 2D Graphic Models is paradigmatic in relation to their ability to act as a virtual substitute of the Object on which to simulate several operations as if they had actually been performed on the Object itself [Migliari 2004]. As we all know, this possibility is based not only on the two-way correspondence between the Object and its graphic representation, ensured by the Science of Representation, but also on the latter's ability to act as a shared language for a community of subjects who differ from the creator of the Model [Bianchini 2014]. However, after the advent of BIM, this 'traditional' conceptual (but still completely coherent and shareable) framework has revealed certain important limits. Without going over the merits of this 'innovated process' in the*

4/ Progetto di Antonio da Sangallo il Giovane  
per il nuovo San Pietro. Nuvola di punti del modello ligneo  
(elaborazione dell'autore)

*Design by Antonio da Sangallo the Younger for the new  
St. Peter's. Points cloud of the wooden model (by the author).*

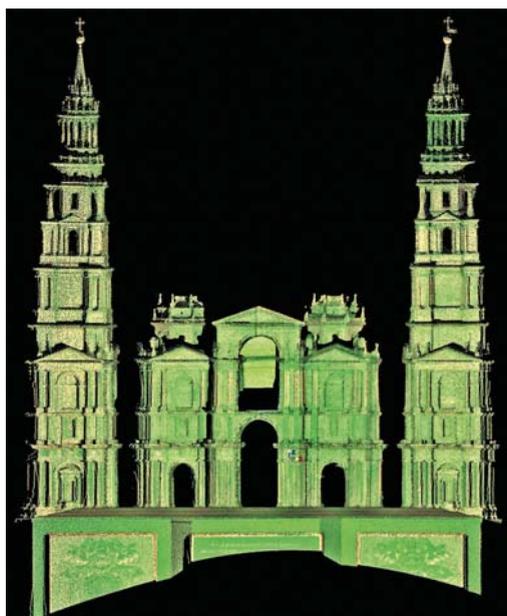
so-called AEC Industry,<sup>1</sup> it is however worth emphasising that one of the strong points of BIM is its ability to incorporate, into the same digital environment, not only the simulacra of the Object (Model), but also all the data and sequence of activities required to create it (Process) [Quattrini, Pierdicca, Morbidoni 2017; Brusaporci, Maiezza, Tata 2018]. In other words, it involves a complex virtual simulation integrating the metric and geometric characteristics of the space occupied by the Object, its constituent elements and, finally, the schema and phases of its assembly.

When considered from this point of view, the boundaries of the whole issue differ enormously from the ones we started with when we discussed the Subject/Object and Model, because if, on the one hand, the framework of the relationships and activities that trigger the process that goes from the Object to the Model continues to be valid, at one point the latter, in a virtual environment, acquires a new (and perhaps unexpected) status: it turns into an Artefact, i.e., into the product of a process of construction. In other words, a significant parallelism is created between the steps that materialise a project in the real world and the steps which, at this point in a similar manner, make it visible in the virtual world.

If, in the first case, after the Model has been created, we can use our consolidated experience to plan, guide and validate the implementation phase, we cannot say the same for virtual Artefacts, because in this latter case our considerations are still primarily technical and practical in nature, the conceptual background is scarce, and the shared reference protocols and benchmarks appear very remote.

Metamodelling, defined as a field focusing on the study of the methods and forms behind Modelling, can therefore play a crucial role in clarifying and identifying the relevance and nature of the operations characterising the 'worksites' of virtual Artefacts.

At this point it is important to briefly illustrate what, in my opinion, we mean by modelling. In line with the information provided, modelling in a virtual environment not only defines the simulacra of the Object, but to a certain extent also corresponds to building, i.e. to assembling the elements based on a pre-established schema. A term which, by broadening its traditional



Questo quadro concettuale "tradizionale" (ma ancora del tutto coerente e condivisibile) ha tuttavia dimostrato con l'avvento del BIM alcuni limiti importanti. Senza voler entrare nel merito di questa "innovazione di processo" nella cosiddetta AEC<sup>1</sup> Industry, è opportuno tuttavia sottolineare che il BIM vede tra i suoi punti di forza la capacità di incorporare nello stesso ambiente digitale sia il simulacro dell'Oggetto (Modello) sia tutte le informazioni e la sequenza di attività necessarie per la sua realizzazione (Processo) [Quattrini, Pierdicca, Morbidoni 2017; Brusaporci, Maiezza, Tata 2018]. Si tratta, in altre parole, di una complessa simulazione virtuale che integra le caratteristiche metriche e geometriche dello spazio occupato dall'Oggetto, gli elementi che lo costituiscono e, infine, lo schema e le fasi del suo assemblaggio.

Considerata da questo punto di vista, l'intera questione assume pertanto contorni molto differenti da quelli da cui siamo partiti discutendo di Soggetto/Oggetto e Modello, poiché se da un lato continua a essere valido il quadro delle relazioni e le attività che avviano il processo che procede dall'Oggetto verso il Modello, a un certo punto quest'ultimo, nell'ambiente virtuale, acquista uno status nuovo (e forse impreveduto) trasformandosi in un Manufatto, ovvero nel prodotto di un processo di costruzione. Si crea in altre parole un significativo parallelismo tra

le fasi che portano un progetto a concretizzarsi nel mondo reale e quelle che, a questo punto similmente, lo portano a manifestarsi in quello virtuale. Se nel primo caso, a valle del Modello, esiste una consolidata esperienza con cui impostare, guidare e validare la fase realizzativa, non altrettanto possiamo affermare a proposito dei Manufatti virtuali poiché in questo secondo caso prevalgono ancora riflessioni di natura prevalentemente tecnico-pratica, il background concettuale è scarso e ben lontani appaiono protocolli e benchmark condivisi di riferimento.

La Metamodellazione, definita come ambito che si occupa di indagare i modi e le forme alla base della Modellazione, può rivelarsi dunque cruciale nel chiarire e identificare il ruolo e la natura delle operazioni che caratterizzano il "cantiere" dei Manufatti virtuali.

È opportuno a questo punto illustrare brevemente cosa a mio avviso debba intendersi per modellare. Coerentemente con quanto fin qui esposto, modellare nell'ambiente virtuale, oltre a definire il simulacro dell'Oggetto, corrisponde in qualche misura anche a *costruire*, ovvero ad assemblare elementi secondo uno schema preordinato. Un termine, dunque, che estendendo la sua tradizionale accezione riferita ai soli manufatti reali, assume anche per quelli virtuali un significato analogo in relazione alla loro specifica fase realizzativa.

Tornando inoltre al rapporto Soggetto/Oggetto/Modello nel quale si inquadra il modellare, è utile ricordare come, prima dell'avvento dei sistemi digitali, il suo ambito si limitasse ai soli manufatti reali potendosi in ogni caso declinare nel verso del Progetto o in quello del Rilievo [Docci, Gaiani, Migliari 2001; Docci, Bianchini, Ippolito 2011; Bianchini 2014].

Nel primo caso, l'idea di un Progettista, olografa, unitaria ma soprattutto in buona misura priva di significato per altri soggetti, viene via via precisata rendendo manifesta dapprima la matrice progettuale (forma, geometria, aggregazione, linguaggio, etc.) e quindi la matrice esecutiva, ovvero l'insieme dei vari componenti necessari per la realizzazione vera e propria. Tipicamente, quest'ultima corrisponde ai vari materiali (grafici, testuali, tabellari) che compongono l'esecutivo. In ogni caso, sulla base della matrice esecutiva frutto di una scomposizione analitica, catalogazione degli elementi co-

5/ Replica virtuale del progetto di Antonio da Sangallo il Giovane per il Nuovo San Pietro. Schemi descrittivi della Matrice Progettuale e della Matrice Costruttiva rielaborata (elaborazione di Luca J. Senatore).  
*Virtual replica of the project by Antonio da Sangallo the Younger for the New St. Peter's. Descriptive schema of the Design Matrix and the re-elaborated Constructive Matrix (by Luca J. Senatore).*

6/ Replica virtuale del progetto di Antonio da Sangallo il Giovane per il Nuovo San Pietro. Frame iniziale del filmato prodotto in occasione della mostra "Petros eni" celebrativa dei 500 anni dalla fondazione della nuova basilica (elaborazione di Luca J. Senatore).  
*Virtual replica of the project by Antonio da Sangallo the Younger for the New St. Peter's. Initial frame of the video produced for the 'Petros eni' exhibition celebrating the 500th anniversary of the foundation of the new basilica (by Luca J. Senatore).*

struttivi e delle loro relazioni, vengono avviate le successive fasi realizzative che comprendono la sequenza e gerarchia delle lavorazioni, l'allestimento del cantiere, la fornitura dei materiali e così via. Da sottolineare come la fase realizzativa cancelli sull'Oggetto gran parte di entrambe le matrici e come essa degradi anche molte delle informazioni che permangono sui materiali che descrivevano il Modello (le matrici) a causa delle numerose varianti che il processo di costruzione naturalmente introduce. Sempre mediato dal Modello, il percorso funziona bene anche nel verso opposto, ovvero in quello del Rilievo. In questo caso si parte da un Oggetto evidentemente già esistente che però, a ben vedere, si configura anch'esso come un insieme olografo (nel senso dell'*intentio operis* proposta da Roca De Amicis)<sup>2</sup> [Roca De Amicis 2015], unitario e potenzialmente privo di significato stante l'appena ricordata obliterazione delle matrici progettuale ed esecutiva e la concomitante degradazione della loro versione originaria peraltro non sempre accessibile. Al

	Prospetto	Planta	Sezione	File
Trabeazione				
Capitello				
Ordine dorico (misure in mm)	Fusto			
	Base			
Edicola				



Soggetto, pertanto, non rimarrà altra opzione che tentare di mettere assieme una sua, nuova matrice esecutiva per poi passare a delineare una coerente matrice progettuale<sup>3</sup> che insieme siano in grado di ricostruire l'idea complessiva del progetto soggiacente al manufatto. In quanto simulazione dell'intero processo costruttivo, il BIM ricalca, virtualizzandola, l'intera filiera che ho sinteticamente descritto a proposito dei manufatti reali [Scianna, Gaglio, La Guardia 2020, Attenni et al. 2022]. Nel verso del Progetto, questo approccio sembra non introdurre particolari novità quanto alle "classiche" matrici progettuale ed esecutiva. Tuttavia, se da un lato esse insieme costituiscono come detto il Modello, dall'altro non c'è dubbio che il prodotto a valle dell'operazione di costruzione in cui i vari elementi digitali vengono ordinatamente montati nello spazio virtuale dal modellista non possa più essere considerato Modello virtuale (anche se nel linguaggio corrente lo definiamo tale) ma più appropriatamente Manufatto virtuale in quanto risultato di un'attività non dissimile da quella che si svolgerà successivamente in cantiere e che darà luogo al Manufatto reale. Nella sequenza che conduce a quest'ultimo, il Manufatto virtuale si pone dunque come passaggio/prodotto intermedio. Sebbene questo ragionamento dimostri, auspicabilmente, una sua coerenza sul piano logico, ciò nondimeno esso può apparire quasi specioso nel momento in cui si tenti di dargli un seguito nella pratica. La distinzione netta che esiste nel mondo reale tra le matrici progettuale ed esecutiva e il manufatto che da esse discende è infatti quanto meno sfumata a proposito dei manufatti virtuali. In altre parole, nella modellazione BIM (o di altra natura) che precede la realizzazione vera e propria, dove termina il Modello e dove inizia il Manufatto virtuale? Rispondere a questa domanda appare molto complicato per diverse ragioni. Innanzi tutto,

*meaning when referred only to real artefacts, also takes on a similar meaning for virtual artefacts when related to their specific realisation phase. Going back to the Subject/Object/Model relationship associated with modelling, it is worth recalling how, before the advent of digital systems, it was restricted only to real artefacts, but could, however, be applied in the sense of a Design or Survey [Docci, Gaiani, Migliari 2001; Docci, Bianchini, Ippolito 2011; Bianchini 2014]. In the first case, the idea of the Designer, holographic and unitary, but above all, to a large extent, meaningless for other subjects, is gradually clarified; it initially reveals the design matrix (form, geometry, aggregation, language, etc.) and then the construction matrix corresponding to the ensemble of the elements needed to make it. The latter usually refers to the materials (graphics, texts, tables) that make up the final plans. In any event, the subsequent realisation phases are based on the construction matrix resulting from the analytical disassembly and cataloguing of the building elements coupled with their reassembling schema. The realisation phases thus include the sequence and hierarchy of the processes, the setting-up of the worksite, the supply of materials, etc. Emphasis should be placed on the fact that the realisation phase erases most of both matrixes on the Object and, due to the numerous variants that the construction process naturally introduces, also degrades a lot of the data that remains on the materials used to describe the Model (the matrixes). Mediated again by the Model, the process works very well even in the opposite direction, in other words as regards Survey. In this case, the starting point is obviously an Object that already exists, but which, in hindsight, is also a holograph ensemble (in the sense of the intentio operis proposed by Roca De Amicis)<sup>2</sup> [Roca De Amicis 2015], i.e., unitary and potentially meaningless given the aforementioned obliteration of the design and construction matrixes and the concurrent degradation of their original version which is sometimes inaccessible. So the only option available to the Subject is to try and piece together his own, new construction matrix and then proceed to establish a coherent design matrix<sup>3</sup> which, when combined with the former, leads to the reconstruction of the overall idea of the design behind the artefact.*

7/ Ricostruzione della piazza e della Basilica di San Pietro al momento dello spostamento dell'Obelisco Vaticano da parete di Domenico Fontana (1586). Vista della Loggia delle Benedizioni e degli edifici annessi (modello di Alessandro Aglietti).  
*Reconstruction of St. Peter's Square and Basilica when the Vatican Obelisk was moved to the side by Domenico Fontana (1586). View of the Loggia of the Blessing and annexes (model by Alessandro Aglietti).*

*As a simulation of the whole construction process, the BIM approach follows the entire chain I have concisely described regarding real artefacts, actually virtualising it [Scianna, Gaglio, La Guardia 2020, Attenni et al. 2022]. As regards the Project, this “shift to virtual” does not appear to introduce any particular novelty compared to the ‘classical’ design and construction matrixes. However, if on the one hand their combination creates, as aforementioned, the Model, on the other, there’s no doubt that the product – after construction during which the modeller assembles the various digital elements in an orderly manner in virtual space – can no longer be considered a virtual Model (even if we commonly use this definition), but more appropriately a virtual Artefact, i.e., an outcome of activities similar to those that will take place later on site and lead to the construction of the real Artefact. In the sequence that leads to the latter, the virtual Artefact is thus an intermediate step/product. Although I hope this reasoning reveals its coherence from a logical point of view, nevertheless it could appear to be almost specious if we tried to practically implement it. The clear-cut difference that exists in the real world between the design and construction matrixes and the artefact they produce is, at best, nuanced with regard to virtual artefacts. In other words, during the BIM (or other types of) modelling preceding real construction, where does the Model end and where does the virtual Artefact begin? Answering this question appears very complicated for several reasons. First and foremost, the stage, the actors and, so to speak, the action are all virtual: in fact, a modeller works in space and can seamlessly pass (and in fact passes) from the design, to the final plans, and then to construction. Obviously this is impossible in the real world.*

*As all good modellers know, placing a certain pillar, wall, or stairs in the virtual world may be the last step in the design matrix/construction matrix/virtual artefact sequence; however, the same operation can, on the contrary, be part of a phase in which, working directly on the artefact, the matrixes themselves are defined. If in the real world I cannot take a real pillar, wall, or staircase and make several attempts to discover its role in the project I am working on, on the contrary in the virtual world this is not*



la scena, gli attori e per così dire l'azione sono tutti virtuali: un modellista infatti opera nello spazio potendo passare (e di fatto passando) indifferentemente dal piano progettuale a quello esecutivo, a quello costruttivo; possibilità che è evidentemente preclusa nel mondo reale. Come ogni modellista ben sa, collocare nel mondo virtuale un certo pilastro, muro o scala può rappresentare l'ultimo passaggio della sequenza matrice progettuale/matrice esecutiva/manufatto virtuale; ma la medesima operazione può all'opposto far parte della fase in cui, lavorando direttamente sul manufatto, sono le matrici stesse a essere definite. Se nel mondo reale non posso prendere un vero pilastro, muro o scala e per tentativi trovare il suo ruolo nel progetto che sto sviluppando, al contrario nel mondo virtuale questo non solo è possibile ma anzi fa parte del processo iterativo con cui si affronta la progettazione le cui fasi sono pertanto talmente intrecciate da essere spesso indistinguibili. Tuttavia, un po' come nella fisica quantistica l'effettuazione di una misura cristallizza lo stato di un sistema, nel nostro caso la fine della fase di modellazione di fatto cristallizza tutto il processo facendo emergere nello spazio virtuale un Manufatto al posto del Modello.

Riconoscere questa mutazione da Modello a Manufatto è a mio avviso propedeutica alla soluzione di un problema che, malgrado alcuni apprezzabili tentativi [Inzerillo et al. 2016; Quattrini, Pierdicca, Morbidoni 2017; Bianchini, Nicastro 2018], appare tuttora ampiamente irrisolto: valutare la qualità dei prodotti del modellare. Infatti un Manufatto, diversamente da un Modello (che a questo punto potremmo immaginare come una sorta di DNA dell'Oggetto) può essere sottoposto a verifiche che ne stabiliscano sia la coerenza rispetto al Modello da cui deriva sia la bontà della realizzazione. Proprio questa possibilità, ugualmente rilevante sia nel verso del Progetto che in quello del Rilievo, apre di fatto le porte allo sviluppo di criteri e strumenti per il controllo della qualità. Diviene in altre parole applicabile anche ai manufatti virtuali (che oggi ancora chiamiamo modelli) sia il criterio di coerenza con il progetto sia quello del realizzato a regola d'arte, entrambi validati da secoli di pratica.

***Modelli inconfutabili e Manufatti affidabili***  
 Il quadro concettuale fin qui discusso ripropone nel mondo virtuale la dualità Modello/Manufatto a cui siamo abituati nel mondo reale, com-

8/ Ricostruzione della piazza e della Basilica di San Pietro al momento dello spostamento dell'Obelisco Vaticano da parete di Domenico Fontana (1586). Modelli a confronto: Assassin's Creed Brotherhood (a sinistra) e ipotesi basta su dati storici e stilistici accertati (modello di Alessandro Aglietti). *Reconstruction of St. Peter's Square and Basilica when the Vatican Obelisk was moved to the side by Domenico Fontana (1586). Comparison of models: Assassin's Creed Brotherhood (left) and a hypothesis based on ascertained historical and stylistic data (model by Alessandro Aglietti).*

prese le non trascurabili differenze a seconda che si debba modellare nel verso del Progetto o in quello del Rilievo. Esso inoltre rende abbastanza chiaro il motivo per cui il BIM funziona meglio nel primo caso e peggio nel secondo.

Almeno in linea di principio, infatti, nel verso Modello/Manufatto virtuale/Manufatto Reale le informazioni sia sui vari elementi che sul loro assemblaggio sono largamente note in anticipo essendo quasi completamente ricomprese nel dominio di *authoring* del modellista [Attenni et al. 2022].

L'elevata corrispondenza tra il Manufatto virtuale e quello reale consente inoltre di risolvere incoerenze e interferenze direttamente sul primo riducendo significativamente l'impatto sul cantiere. Proprio questa riconosciuta proprietà produce per l'AEC Industry i vantaggi più evidenti in termini di efficienza e riduzione dei costi [Lopez et al. 2018; Yang et al. 2020]. A differenza di quelli nuovi, gli oggetti esistenti, data la sostanziale obliterazione delle matrici già discussa in precedenza, mantengono invece nascoste la maggior parte delle informazioni sulla loro natura interna, struttura e consistenza rendendo molto più difficile la lettura/ricostruzione del manufatto da parte del modellista.

Infatti, isolare un certo elemento dall'aggregato generale corrisponde da un lato a interpretarne la matrice esecutiva che ne ha guidato la costruzione e dall'altro, salendo per così dire di livello, anche a comprendere il suo ruolo nel quadro del progetto complessivo (matrice progettuale).

Quest'ultima considerazione pone un'ulteriore questione circa la matrice progettuale di oggetti esistenti: il modellista deve mirare a costruire un manufatto virtuale che davvero mostri la sua ipotesi interpretativa oppure limitarsi a riprodurre l'oggetto *as is*?

Sul piano teorico, dato che qualunque manufatto virtuale viene realizzato sulla base di scelte e letture soggettive del modellista, è semplicemente inconsistente pensare che questo assunto non valga, ad esempio, quando si ricostruiscono forme e geometrie interpolando i punti di una nuvola 3D.

Sul piano operativo, tuttavia, la situazione è molto più sfumata: se da un lato la seconda opzione è di gran lunga più agevole (e dunque prevalente specie in ambito professionale) in quanto consente al modellista di semplificare la matrice progettuale tanto da farla coincidere con la corrispondenza geometrica puntuale rispetto all'oggetto, dall'altro essa dimostra in ogni caso un'effettiva utilità in quanto fornisce una fotografia aderente allo stato di fatto [Scianna, Gaglio, La Guardia 2020, Attenni et al. 2022]. Ciò nondimeno, il contenuto informativo di una matrice progettuale così basilica non supporta nessuna visione "profonda" circa il DNA dell'oggetto come al contrario sono in grado di fare ipotesi di assi, griglie, fasi, etc. [Bianchini et al. 2020a]. Quale approccio è dunque quello corretto? Il primo che semplicemente non è interessato al processo che ha condotto alla realizzazione ma solo al suo esito (l'oggetto) che mira a riprodurre il più fedelmente possibile o

*only possible, but is in fact part of the iterative process with which one tackles design; its phases are therefore so interwoven they often appear indistinguishable.*

*However, a little like quantum physics when taking a measurement crystallises the state of a system, in our case the end of the modelling phase effectively crystallises the whole process, letting an Artefact emerge in virtual space in lieu of the Model.*

*In my opinion, acknowledging this mutation from Model to Artefact paves the way for a solution to the problem which, despite several appreciable attempts [Inzerillo et al. 2016; Quattrini, Pierdicca, Morbidoni 2017; Bianchini, Nicastro 2018], still appears to be largely unsolved: the assessment of the quality of the products of modelling. In fact, unlike a Model (which at this point we could imagine as a sort of DNA of the Object), an Artefact can be subjected to tests that establish not only its coherence vis-à-vis the Model that led to its construction, but also how well it was built. This possibility, equally important as regards Design and Survey, effectively 'opens the door' to the drafting of criteria and tools to control its quality. In other words, the criteria of coherence with the project and the criteria of building to the rule of art – both validated by centuries of practice – can also be applied to virtual artefacts (which we still currently call models).*

### Incontrovertible Models and reliable Artefacts

*The conceptual framework discussed so far again proposes, in the virtual world, the Model/Artefact duality we are accustomed to in the real world, including any non-negligible differences, depending on whether we have to model as regards Design or Survey. It also provides a fairly obvious reason why BIM functions better in the former case and worse in the latter.*

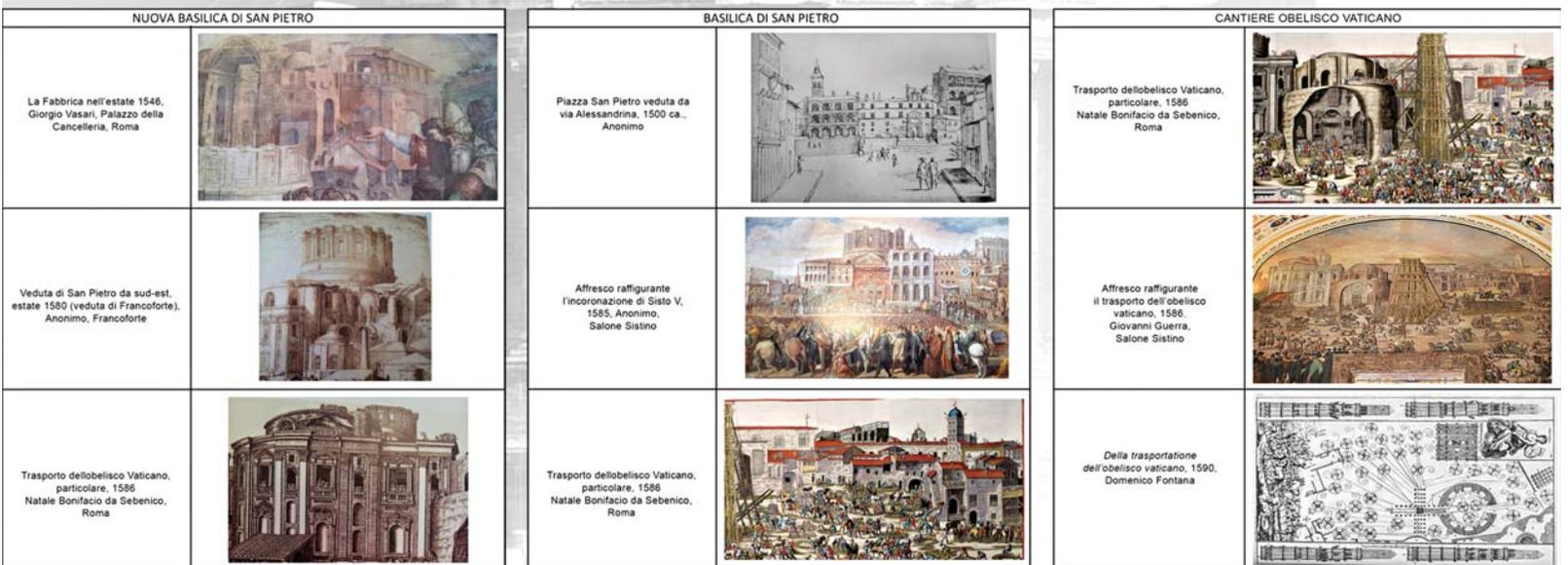
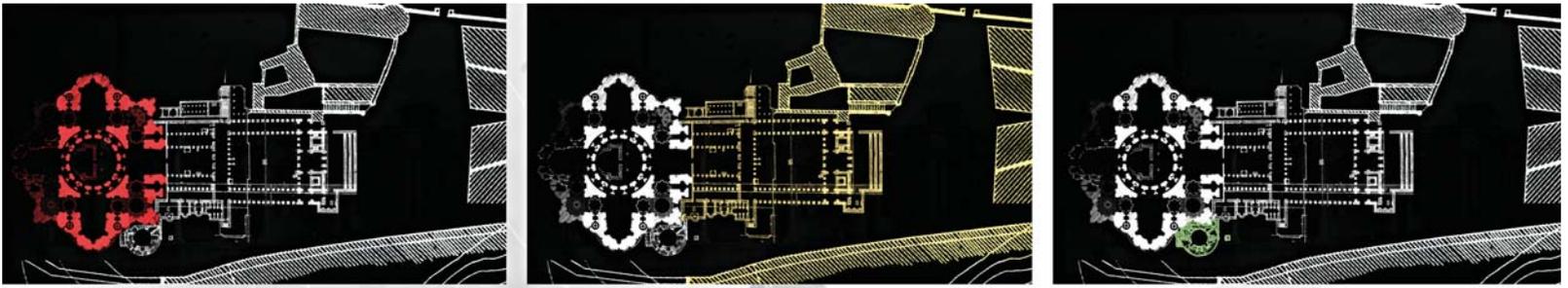
*In fact, at least in principle, as regards the Model/Virtual Artefact/Real Artefact workflow, the information about the various elements and their assembly are well known beforehand since they are fully included in the modeller's authoring domain [Attenni et al. 2022]. The elevated correspondence between the virtual Artefact and the real Artefact allows us to solve incoherencies and interferences directly*



9/ Ricostruzione della piazza e della Basilica di San Pietro al momento dello spostamento dell'Obelisco Vaticano da parete di Domenico Fontana (1586). Schede informative relative a porzioni del complesso: a sinistra, la basilica in costruzione; al centro: la piazza e gli edifici esistenti; a destra: le opere finalizzate al collocamento dell'Obelisco (elaborazione di Alessandro Aglietti).

*Reconstruction of St. Peter's Square and Basilica when the Vatican Obelisk was moved to the side by Domenico Fontana (1586). Technical data sheets of parts of the complex: left,*

*the basilica under construction; centre, the square and existing buildings; right, the works finalised for the placing of the Obelisk (by Alessandro Aglietti).*



on the former, thus significantly reducing its impact when applied on the worksite. This acknowledged property is visibly advantageous for the AEC Industry in terms of efficiency and cost reduction [Lopez et al. 2018; Yang et al. 2020]. Unlike new objects, existing ones – given the significant obliteration of the aforementioned matrixes – conceal most of the data regarding their internal nature, structure and substance, making it much more difficult for the modeller to interpret/reconstruct the artefact. In fact, isolating a certain element from the general aggregate corresponds, on the one hand, to interpreting the construction matrix governing its making and, on the other, moving up a level, so to speak, understanding its role in the framework of the overall project (design matrix). This consideration raises another question regarding the design matrix of existing objects: must the modeller either try to create

il secondo che, al contrario, si concentra principalmente sul processo e meno sul risultato con l'obiettivo di illuminare il senso, le regole e la sequenza della costruzione? Dal momento che entrambi gli approcci sono allo stesso tempo giusti e sbagliati si tratta evidentemente di un'aporia che può in qualche modo essere superata solo prendendone atto; mutuando termini conosciuti in ambito informatico [Steggmans et al. 2004], abbiamo pertanto chiamato *Black Box* il caso in cui sia l'esito a contare e non il processo, *White Box* il caso contrario e infine, visto che come detto la matrice progettuale per gli oggetti esistenti di fatto abbraccia entrambi, *Grey Box* la mediazione che ogni modellista si trova comunque a dover definire [Attenui et al. 2022]<sup>4</sup>. In ogni caso, credo non sfugga a nessuno quanto stabilire la valenza contemporaneamente semantica e sintattica dei vari elementi sia preliminare

e propedeutico rispetto alla fase di modellazione vera e propria, e quanto questo dipenda dalla capacità di lettura, interpretazione e riscrittura del modellista che spesso si trova a dover ricreare piuttosto che ricostruire. In questo quadro, il modellista assume a tutti gli effetti il ruolo di autore ovvero di soggetto che autonomamente crea il suo Modello con cui poi costruisce il suo Manufatto virtuale [Fallavolita et al. 2015]. Visto sotto questa angolazione, l'intero processo risulta, in quanto soggettivo, a tutti gli effetti inconfutabile nei termini enunciati da Karl Popper [Popper 1963] sottraendolo di fatto a quel controllo di qualità che sarebbe se non necessario almeno auspicabile. Tuttavia, se come proposto nelle righe precedenti il Modello viene considerato distinto rispetto al Manufatto, per quest'ultimo appare possibile definire criteri che aiutino a valutarne la qualità. In forma forse meno organica di quanto faccia

10/ Ricostruzione della piazza e della Basilica di San Pietro al momento dello spostamento dell'Obelisco Vaticano da parete di Domenico Fontana (1586).

Mappa sintetica delle affidabilità del modello (elaborazione di Alessandro Aglietti).

*Reconstruction of St. Peter's Square and Basilica when the Vatican Obelisk was moved to the side by Domenico Fontana (1586). Concise map of the reliability levels of the models (by Alessandro Aglietti).*

ora, ho comunque affrontato (insieme ad altri) questo tema in diverse occasioni sia a proposito dei modelli HBIM sia in relazione alla modellazione finalizzata all'anastilosi, facendo leva in entrambe le situazioni sul concetto di affidabilità dei modelli. Pur mantenendo quell'impostazione concettuale, mi sembra oggi necessario aggiornare la notazione di allora sostituendo modelli con manufatti virtuali e tentare di applicare a essi i criteri di qualità individuati: coerenza rispetto al progetto e realizzazione secondo la regola dell'arte.

Entrambi questi parametri ricadono nell'ambito della metamodellazione poiché non immediatamente emergenti semplicemente visualizzando il manufatto. Il primo implica non solo l'esistenza del Modello (costituito dalle soggiacenti matrici esecutiva e progettuale) ma anche che esso diventi una *Grey Box* il più possibile tendente al bianco, ovvero sia stato reso manifesto e accessibile dal modellista assieme all'insieme dei dati e delle informazioni da cui esso deriva, funzione che purtroppo è quasi sempre indisponibile. A titolo esemplificativo, sempre ragionando di un oggetto esistente, possono appartenere al dataset informativo sia rilievi, analisi metriche e geometriche, documentazioni fotografiche, rapporti, studi storici ma anche appunti di viaggio, vedute, incisioni, affreschi e addirittura suggestioni o impressioni ricavate nel corso di un sopralluogo. È dunque attingendo a questo variegato database che il modellista opererà la sua sintesi con-

cettuale generando, infine, i vari oggetti digitali 3D che comporranno l'ipotesi ricostruttiva. Coesisteranno nel manufatto virtuale elementi evidentemente caratterizzati da livelli diversi di "affidabilità": da quelli più sicuri in quanto magari misurati e riccamente documentati ad altri invece del tutto ipotetici poiché ricreati sulla base di considerazioni interamente soggettive. Una possibile strategia per sottrarre questo problema alla sfera dell'arbitrio contempla due azioni principali: da un lato mettere analiticamente a punto una griglia condivisa che standardizzi la tipologia e possibilmente il numero dei parametri fondamentali di valutazione [Inzerillo et al. 2016; Brusaporci, Maiezza, Tata 2018; Bianchini, Nicastro 2018]; dall'altro, invece, stabilire un sistema che tenendo conto dei vari parametri in forma aggregata produca una descrizione sintetica dell'affidabilità del manufatto.

#### Sperimentazioni

Va in questa direzione la proposta dell'adozione del *Level of Reliability* (LOR) per i modelli HBIM [Bianchini, Nicastro 2018; Bianchini, Potestà 2018].

Questo parametro intende in qualche modo complementare il LOD, il LoD e il LOF esprimendo il livello di coerenza globale del processo che definisce ogni oggetto digitale utilizzato nel manufatto virtuale. Per ragioni di praticità, esso assume al momento la forma di un punteggio numerico (da 1 a 10 nella nostra versione) deri-

*a virtual artefact that truly demonstrates his interpretative hypothesis or else should he reproduce the object as is?*

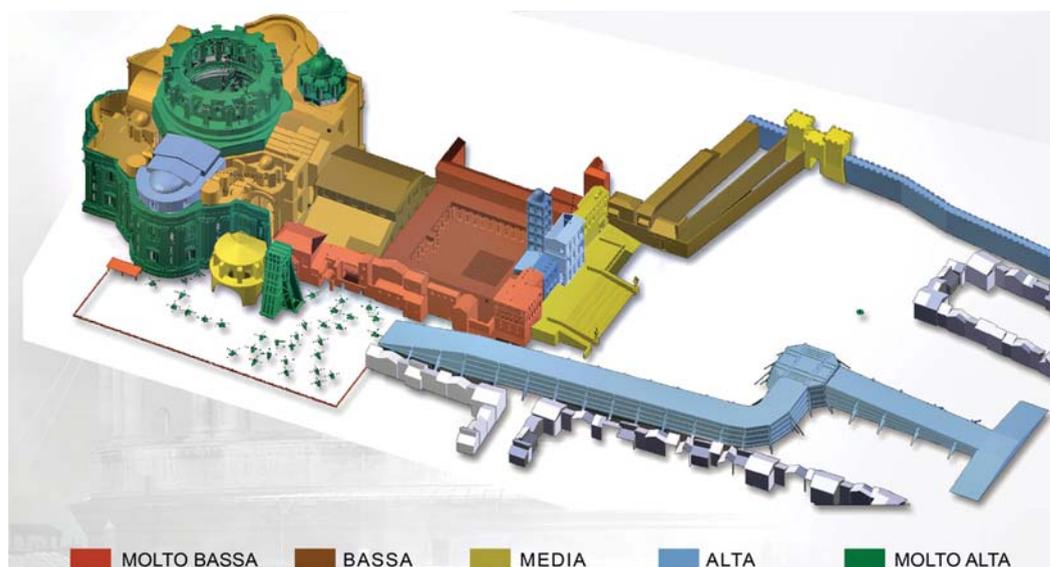
*Theoretically, given that any virtual artefact is created based on the modeller's subjective choices and interpretations, it is simply unfounded to think that this assumption is invalid, for example, when forms and geometries are reconstructed by interpolating the points of a 3D cloud.*

*Operationally speaking, however, the situation is much more nuanced: if, on the one hand, the second option is by far easier (and therefore prevalent, especially amongst professionals) insofar as it allows the modeller to simplify the design matrix, so much so that he simply pursues the accurate geometric correspondence between the captured data and the virtual artefact, on the other it nonetheless demonstrates its importance as it provides a snapshot of the status quo [Scianna, Gaglio, La Guardia 2020, Attenni et al. 2022].*

*Nevertheless, the informative content of such a basic design matrix does not support a 'profound' vision of the DNA of the object, something which, on the contrary, can be provided by hypotheses of axes, grids, phases, etc. [Bianchini et al. 2020a]. So, which is the right approach?*

*The former, which is simply not interested in the realisation process but only in its outcome, the object, which it aims to reproduce as faithfully as possible – or the latter approach which, on the contrary, focuses chiefly on the process and less on the result, given that its goal is to shed light on the meaning, rules, and sequence of the construction? Since these approaches are both correct and incorrect, we are obviously talking about an aporia that can somehow be overcome by acknowledging it. Borrowing terms from the world of computers [Steegmans et al. 2004], we have given the name Black Box to the case when the result is important and not the process, and White Box to the other case. Finally, given that, as mentioned earlier, the design matrix for existing objects effectively embraces both, we have used the term Grey Box for the mediation every modeller has to nevertheless apply [Attenni et al. 2022].<sup>4</sup>*

*In any event, I believe that everyone understands to what extent establishing the simultaneously semantic and syntactic importance of the various elements is a preliminary and preparatory act compared to the real modelling phases, and just*



11/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa. Vista zenitale texturizzata (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).

*Reconstruction of the ancient city of Ninfa. Texturised zenithal view (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).*



*how much this depends on the modeller's ability to read, interpret and rewrite, since he often finds himself recreating rather than rebuilding. With this in mind, the modeller assumes, to all intents and purposes, the role of an author, in other words of a subject who independently creates his Model with which he then fashions his virtual Artefact [Fallavolita et al. 2015].*

*When considered in this light, the whole process – which is subjective – appears in practice to be incontrovertible according to the terms set out by Karl Popper [Popper 1963], de facto removing it from a quality control that would be, if not necessary, desirable. However, if the Model is considered separately from the Artefact (as proposed earlier), it would appear possible to define criteria that help to assess the latter's quality.*

*In a manner perhaps less organised than in the past, I have (together with others) tackled this issue on several occasions, both as regards HBIM models, and in relation to modelling performed to achieve anastylosis; in both situations I leveraged the concept of the reliability of models. Albeit maintaining the same conceptual approach, I feel that it is now necessary to update the notation I adopted at that time, replacing models with virtual artefacts and trying to apply the already identified criteria of quality: coherence compared to the design and realisation according to the book.*

*Both these parameters are part of metamodelling since they are not immediately visible by simply*

vante da una griglia che prende in esame diversi fattori ponderati in base alla loro influenza specifica e in relazione al manufatto di cui fanno parte. Pertanto, il LOR si presta per valutare il singolo elemento, un'aggregazione di oggetti e anche un intero modello HBIM.

La codifica del LOR tiene conto dell'affidabilità geometrica degli oggetti digitali tanto quanto la loro corrispondenza ontologica con l'elemento reale che intendono descrivere.

In questa versione assolutamente preliminare, ma che è stata sperimentata ad esempio sull'Edificio di Botanica della Città Universitaria di Roma di Capponi (figg. 1, 2, 3), la misura dell'affidabilità del manufatto virtuale è stata quantificata sulla base di fattori quali:

- l'approssimazione della forma geometrica degli elementi in funzione della loro parametrizzazione;
  - l'identificazione di regole geometriche e compositive;
  - la disponibilità, qualità e affidabilità delle fonti di archivio;
  - dati riferiti alle fasi evolutive dell'oggetto;
  - tecniche di costruzione e materiali utilizzati;
  - indagini aggiuntive (ad esempio stratigrafie, conformazione di elementi architettonici o strutturali, etc.);
  - identificazione, per analogia con edifici coevi o simili, di tecnologie o materiali di costruzione;
  - valutazione dello stato di conservazione dei materiali, a livello superficiale e strutturale.
- Come è possibile notare, i parametri insistono sia sulla matrice progettuale che su quella esecutiva.

In questo quadro, è abbastanza evidente come la mappa dei livelli di affidabilità possa essere diretta espressione sintetica del LOR in ambiente HBIM e nella figura 3 è possibile apprezzare il risultato ottenuto a proposito dell'Edificio di Botanica dove sono stati indicati con colori diversi i singoli elementi raggruppati per punteggio in tre categorie Bassa, Media e Alta Affidabilità. Nel quadro di una valutazione di qualità, come detto, oltre a esprimere in qualche modo l'affidabilità del manufatto bisogna anche corredarlo della matrice esecutiva e di quella progettuale. In ambiente BIM la prima si presenta direttamente tra i metadati in quanto automaticamente incorporata nel file come elenco, organizzazione e gerarchia dei vari oggetti digitali.

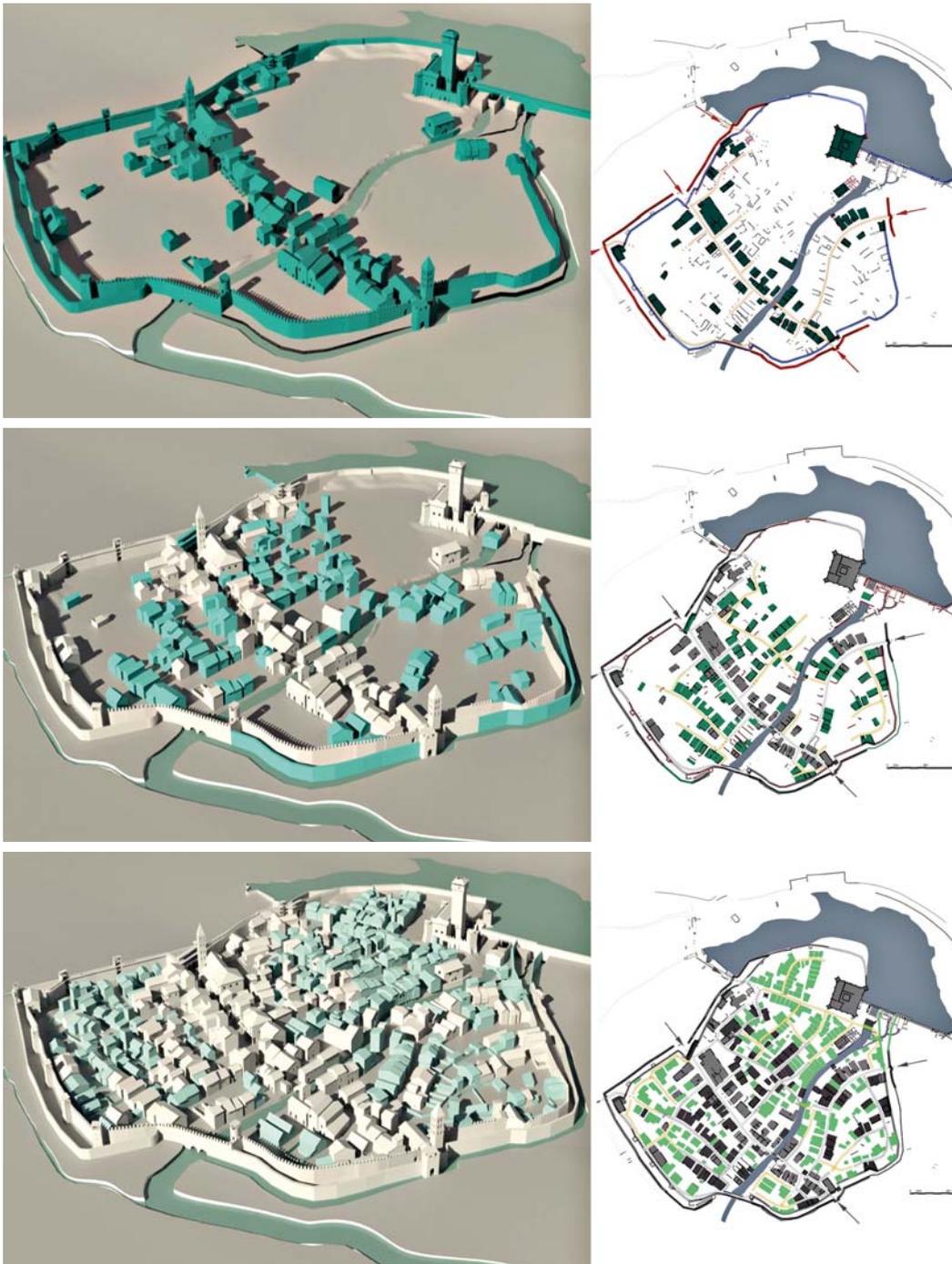
La matrice progettuale, appartenente invece al dominio autorale del Modellista, ha bisogno al contrario di essere specificamente esplicitata ad esempio aggiungendo al file stesso informazioni circa la geometria di base (griglie, assi, linee di riferimento, costruzioni, etc.; fig. 1) e corredando il manufatto virtuale rilasciato con qualcosa che assomigli a una "relazione tecnico-descrittiva" che illustri le specifiche adottate.

Inoltre il manufatto unitamente a questa documentazione aggiuntiva che di fatto qualifica il lavoro del modellista dovrebbe essere sottoposta alla valutazione di un collaudatore che ne verifichi la corrispondenza rispetto alla regola dell'arte.

Se si accetta il parallelismo tra manufatti reali e virtuali, queste considerazioni non dovrebbero stupire: non si capisce perché, infatti, le consolidate procedure di valutazione ex-ante ed ex-post dei primi non dovrebbero essere valide anche per i secondi, seppure con i dovuti aggiustamenti. In altre parole, ogni manufatto virtuale dovrebbe poter essere collaudato sulla base del manufatto vs. le matrici esecutiva e progettuale rilasciate dal Modellista. Alcune prime, estensive sperimentazioni stanno dimostrando da un lato la validità dell'approccio, dall'altra la distanza ancora esistente tra questi obiettivi di qualità e le realtà professionali del settore e della committenza pubblica e privata<sup>6</sup>. I manufatti virtuali non appartengono al solo mondo BIM. Essi pervadono molti campi diversi [Cantrell, Michaels 2010; Glaessgen, Stargel 2012] che a volte non hanno diretta relazione con l'AEC Industry ma piuttosto con le Industrie Culturali e Creative (ICC) per fini di comunicazione o divulgazione. Spiccano a mio avviso in questo ambito i numerosissimi progetti di anastilosi virtuale sviluppati nell'ambito generale del Patrimonio Culturale per finalità prettamente scientifiche come pure di *gaming, edutainment*, divulgazione [Borghini, Carlini 2011; Viscogliosi 2015].

In questo ambito vorrei qui proporre tre casi che mi hanno visto direttamente coinvolto nell'ultimo ventennio e che, senza dimostrare interamente il rigore richiesto dai parametri di qualità discussi nel paragrafo precedente, ciò nondimeno sono con essi coerenti e hanno svolto il ruolo di precursori rispetto al quadro concettuale qui presentato.

12/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa.  
 Mappe dei livelli di affidabilità; le diverse gradazioni  
 di verde, dal più scuro al più chiaro, indicano le zone  
 ad alta, media, bassa affidabilità  
 (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).  
*Reconstruction of the ancient city of Ninfa. Maps of the levels  
 of reliability; the different shades of green, from the darker  
 to the lighter, indicate the areas of high, medium and low  
 reliability (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).*



Il primo progetto riguarda la replica virtuale  
 del progetto di Antonio da Sangallo il Giovane  
 per il nuovo San Pietro<sup>7</sup> (figg. 4, 5, 6). Guar-  
 dando a quell'esperienza con gli occhi di oggi  
 è possibile rintracciarvi la presenza sia della

matrice progettuale che di quella esecutiva.  
 Non tuttavia in un documento specifico alle-  
 gato al manufatto virtuale, quanto piuttosto  
 negli articoli scientifici che hanno descritto,  
 anche su questa stessa rivista, i contorni teorici

*visualising the artefact. The former implies not  
 only the existence of the Model (made up of the  
 underlying construction and design matrixes),  
 but also the fact it is a Grey Box, possibly veering  
 robustly 'towards white'. In other words, the  
 Model must be made manifest and accessible by  
 the modeller together with the set of data and  
 information that created it – a function which  
 unfortunately is nearly always unavailable. I will  
 give you an example. Let's take an existing object;  
 the informative dataset can include surveys,  
 metric and geometric analyses, photographic  
 documentation, reports, historical studies, but  
 also travel notes, views, etchings, frescoes, and  
 even suggestions or impressions jotted down  
 during a visit. By exploiting this varied database  
 the modeller can achieve his conceptual synthesis  
 and, finally, generate the 3D objects that will  
 make up his reconstructive hypothesis. Elements  
 characterised by different levels of 'reliability'  
 will coexist in the virtual artefact: from the  
 more reliable, insofar as they have perhaps been  
 measured and extensively documented, and  
 others that are completely hypothetical because  
 they have been recreated based on completely  
 subjective considerations.*

*One possible strategy to stop this problem from  
 being arbitrary involves two main actions: on  
 the one hand, the analytical development of a  
 shared grid that standardises the typology and,  
 possibly, the number of fundamental assessment  
 parameters [Inzerillo et al. 2016; Brusaporci,  
 Maiezza, Tata 2018; Bianchini, Nicastro 2018];  
 on the other, instead, the establishment of a  
 system which, by taking into consideration the  
 parameters in an aggregated form, produces a  
 concise description of the reliability of the artefact.*

### Experiments

*The proposal to adopt the Level of Reliability  
 (LOR) for HBIM models [Bianchini, Nicastro  
 2018; Bianchini, Potestà 2018] goes in this  
 direction.*

*This parameter is intended to somehow  
 complement the LOD, the LoD, and the LOI,<sup>5</sup>  
 expressing the level of global coherence of the  
 process that defines every digital object used in the  
 virtual artefact. For practical reasons, it currently  
 takes the form of a numerical score (from 1 to 10  
 in our version) generated by a grid that considers  
 several factors weighted according to their specific*

## 13/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa.

Mappa sintetica dei livelli di affidabilità; le diverse gradazioni di verde, dal più scuro al più chiaro, indicano le zone ad alta, media, bassa affidabilità (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).

*Reconstruction of the ancient city of Ninfa.*

*Concise map of the levels of reliability; the different shades of green, from the darker to the lighter, indicate the areas of high, medium and low reliability (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).*

## 14/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa.

Vista a volo d'uccello texturizzata (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).

*Reconstruction of the ancient city of Ninfa. Texturised bird's-eye view (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).*

*influence and in relation to the artefact they are part of. Therefore, the LOR can be used to assess a single element, an aggregation of objects, but also an entire HBIM model.*

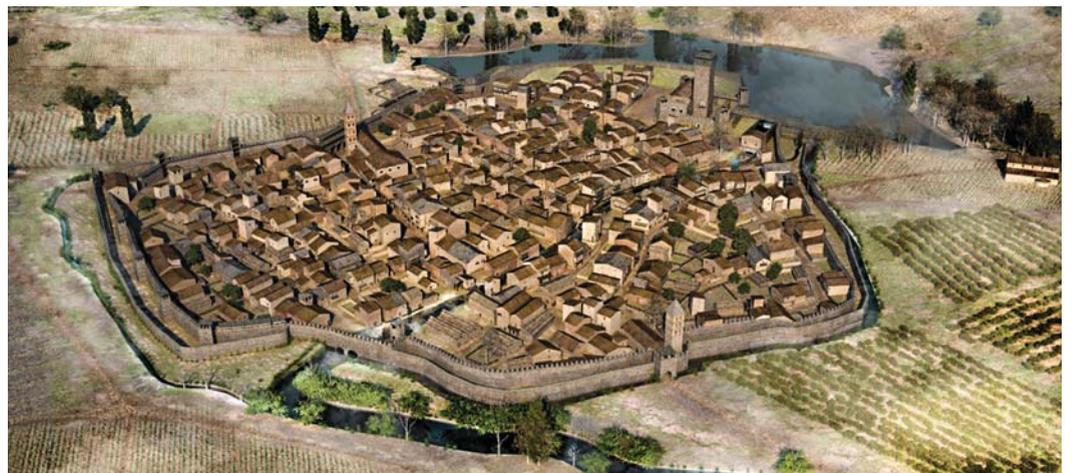
*Codification of the LOR takes into account the geometric reliability of the digital objects as well as their ontological correspondence with the real element they intend to describe.*

*In this absolutely preliminary version which, however, has been tested, for example, on the Faculty of Botany of Sapienza, located in the Città Universitaria in Rome and designed by Capponi (figs. 1, 2, 3), the degree of reliability of the virtual artefact was quantified based on the following factors:*

- approximation of the geometric form of the elements based on their parameterisation;
- identification of the geometric and compositional rules;
- availability, quality, and reliability of the archival sources;
- data regarding the evolutionary phases of the object;
- building techniques and materials used;
- additional research (e.g., stratigraphies, conformation of the architectural or structural elements, etc.);
- identification of technologies or building materials due to similarity with contemporary or similar buildings;
- assessment of the state of conservation of the materials, at superficial and structural level.

*As you can see, the parameters focus on the design matrix and the construction matrix. Given the above, it is fairly obvious that the map of the levels of reliability can be a direct, concise expression of the LOR in a HBIM environment. The result obtained for the Faculty of Botany is visible in figure 3 where we have used different colours to indicate the individual elements that have been grouped, according to their score, into three categories, Low, Medium and High Reliability.*

*As mentioned earlier, when assessing quality we must somehow express the reliability of the artefact, but also accompany it with the construction and design matrixes. In a BIM environment the former is directly present as part of the metadata since it is automatically incorporated in the file as a list, organisation, and hierarchy of the digital objects. On the contrary,*



dell'operazione e i procedimenti con si è proceduto nella realizzazione della replica digitale [Bianchini 2007; Docci et al. 2007; Benedetti 2009; Bianchini, Ippolito, Senatore 2019]. Tra i primi vale la pena ricordare la dichiarata intenzione di fornire la nostra ricostruzione del progetto di Sangallo piuttosto che del suo modello ligneo il quale, in ogni caso, è stato identificato come sorgente primaria per la modellazione. Scelte esplicite che, evidentemente, andavano già nella direzione di rendere trasparente la matrice progettuale adottata. Quanto ai contorni della matrice esecutiva, funzionale alla costruzione degli elementi digitali, essa appare quasi perfettamente coerente con il quadro concettuale proposto come dimostrano gli schemi bidimensionali che, come un vero e proprio esecutivo, mostrano sia la lista dei vari elementi, sia le loro qualità

metriche e geometriche sia, infine, lo schema con cui dovranno essere assemblati.

I due esempi più recenti hanno invece indagato più a fondo casi in cui, diversamente da quello del Sangallo, la sorgente dei dati fosse non univoca e soprattutto disomogenea quanto ai livelli d'informazione.

Il secondo progetto ha riguardato la ricostruzione del complesso comprendente la Basilica di San Pietro e la piazza antistante alla vigilia dello spostamento dell'Obelisco Vaticano da parte di Domenico Fontana<sup>8</sup> (figg. 7, 8, 9, 10) [Bianchini, Viscogliosi, Aglietti 2017]. In questo caso il problema più rilevante è consistito nella definizione della matrice progettuale. Una sfida particolarmente complessa che ha richiesto la raccolta, classificazione e interpretazione di una notevole quantità di dati eterogenei nonché la soluzione "creativa"

15/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa. Vista del lago e del castello (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).

*Reconstruction of the ancient city of Ninfa. View of the lake and castle (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).*

di numerose questioni, spesso quasi in assenza di tracce documentarie. Nel corso del lavoro, tuttavia, è emersa l'inaspettata esigenza (scientifica) di presentare in una qualche forma "oggettiva" la qualità del manufatto virtuale che si stava costruendo. Stimolo per questa ulteriore riflessione è stato il confronto con una ricostruzione, ben più di successo, del medesimo luogo nel medesimo tempo: quella di *Assassins' Creed Brotherhood*, fortunatissimo videogame prodotto dalla Ubisoft. La domanda era tutto sommato semplice: come si poteva stabilire quale delle due ricostruzioni fosse la migliore? La questione, impossibile da risolvere se non nel campo della metamodellazione, ci ha portato a delineare una prima idea di affidabilità correlata alla trasparenza delle sorgenti di dati utilizzate e ai criteri ricostruttivi adottati. Il condensato di questi parametri è infine stato presentato in una mappa in cui le varie parti sono identificate per mezzo di colori a seconda del loro minore o maggiore punteggio.

L'ultimo progetto riguarda l'antica città di Ninfa<sup>9</sup> (figg. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) [Bianchini et al. 2020b]. Sebbene oggi faccia solo da sfondo al famosissimo Giardino, l'insediamento medievale originario rappresentava uno dei centri urbani più importanti della zona pontina e per questo meritevole di indagine nel quadro della storia dell'architettura e della città.

Mentre limitate porzioni dell'abitato sono risultate più facilmente ricostruibili grazie alla consistente presenza di fonti storiche e resti ben visibili delle strutture murarie (le chiese, il castello, la cinta muraria esterna e interna, le numerose case lungo il corso), la maggior parte dell'abitato versava in cattivo stato di conservazione quando non addirittura del tutto obliterato.

Nonostante gli sforzi, quindi, molte sono rimaste le porzioni dell'impianto urbano non sufficientemente definite anche perché le strutture vegetali del giardino spesso celavano una non trascurabile quantità di resti murari affioranti dal terreno. Completare l'antico tessuto urbano ha dunque comportato prendere atto di tutti questi limiti oggettivi e conseguentemente l'accettazione del principio che all'aumentare della soggettività delle ipotesi ricostruttive diminuisse la loro affidabilità generale.

Secondo questo approccio si sono individuati i nodi irrisolti più significativi dell'organismo (la piazza del mercato, la piazza d'armi, la diga e le strutture necessarie allo sfruttamento delle acque) e colmati i relativi vuoti comparandoli con impianti urbani analoghi.

Tali operazioni hanno consentito di completare i percorsi di collegamento e di restituire una densità urbana credibile e coerente con le analisi svolte e i dati disponibili.

Messa così a punto l'intera volumetria dell'abitato, il passo successivo è consistito nel ri-

*the design matrix, which instead belongs to the Modeller's authorial domain, has to be specifically made explicit, for example by adding information about the basic geometry to the file (grids, axes, reference lines, buildings, etc.; fig. 1) and equipping the virtual artefact with something that looks like a 'technical-descriptive report' illustrating the specifics that have been adopted. Furthermore, the artefact, together with this additional documentation that effectively qualifies the modeller's work, should be subjected to the assessment of a tester/inspector who will verify correspondence vis-à-vis the rule of art.*

*If we accept the parallelism between the real and virtual artefacts, these considerations should not surprise us: in fact, why shouldn't the consolidated procedures of assessment ex ante and ex post of the former not be also valid for the latter, albeit with the necessary adjustments? In other words, we should be able to test every virtual artefact based on the real artefact against the construction and design matrixes provided by the Modeller. Several initial extensive experiments are currently demonstrating, on the one hand, the validity of the approach and, on the other, the distance that still exists between these quality objectives and the professional realities of the sector and public and private clientele.<sup>6</sup>*

*Virtual artefacts do not belong only to the BIM world. They are present in many different fields [Cantrell, Michaels 2010; Glaessgen, Stargel 2012] which are sometimes not directly related to the AEC Industry, but more to Cultural and Creative Industries (CCI) that use them for communication or dissemination purposes. I refer, in particular, to the many virtual anastylosis projects developed in the general field of Cultural Heritage for strictly scientific purposes, but also for gaming, edutainment and dissemination [Borghini, Carlanì 2011; Viscogliosi 2015]. I would like to propose three cases in which I was directly involved in the last twenty years, cases which, without completely demonstrating the strictness required by the quality parameters discussed in the previous paragraph, are nevertheless in line with them and have played a pioneering role compared to the conceptual framework presented here. The first project involved the virtual replica of the design by Antonio da Sangallo the*



16/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa.  
 Vista della chiesa di Santa Maria Maggiore e delle mura  
 (elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).  
*Reconstruction of the ancient city of Ninfa.*  
*View of the Church of St. Mary Major and the walls.*  
 (by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).

*Younger for the new Saint Peter's*<sup>7</sup> (figs. 4, 5, 6). Reviewing that experience in hindsight it is possible to pinpoint the presence of both the design matrix and the construction matrix which were not present in a specific document attached to the virtual artefact, but instead in scientific articles (including in this journal) that have described the theoretical boundaries of the operation and the procedures used to create the digital replica [Bianchini 2007; Docci et al. 2007; Benedetti 2009; Bianchini, Ippolito, Senatore 2019]. Amongst the first boundaries, it's worth mentioning the stated intent to provide our reconstruction of Sangallo's design rather than replicating his wooden model which, in any event, was identified as the primary source for the modelling. An explicit choice that obviously already went in the direction of revealing the design matrix that was adopted. As regards the contours of the construction matrix, functional to the actual making of the digital elements, said matrix appears to be almost perfectly in line with the proposed conceptual framework; this is demonstrated by the two-dimensional diagrams which, like a real construction matrix, reveal both the list of the various elements, their metric and geometric quality, and the schema with which they have to be assembled. Instead the two more recent examples involved in-depth studies of cases in which, unlike Sangallo's project, the source of the data was not univocal and, above all, was inhomogeneous as concerns the levels of information.

The second project involved the reconstruction of the St. Peter's Basilica and the square in front, just as it was 'the day before' the erection of the Vatican Obelisk by Domenico Fontana<sup>8</sup> (figs. 7, 8, 9, 10) [Bianchini, Viscogliosi, Aglietti 2017]. In this case, the most important problem was the definition of the design matrix. It was a particularly complex challenge that required not only collecting, classifying, and interpreting a huge amount of heterogeneous data, but also finding a 'creative' solution to numerous issues, often with almost no documentary data. During the study we were faced with an unexpected (scientific) need to present, in some 'objective' form, the quality of the virtual artefact we were creating. We were stimulated in our considerations by a comparison with a much more fortunate reconstruction in the same place

costituire il volto degli antichi edifici di Ninfa, ovvero nell'ipotizzare quale potesse essere l'immagine dei singoli manufatti e della città nel suo complesso. Essenziale è stato da questo punto di vista lo studio delle murature e degli intonaci condotto sui resti visibili direttamente sul posto. Dai numerosi sopralluoghi sono infatti emersi diversi elementi circa il trattamento superficiale degli edifici: nell'antica Ninfa, di fatto, l'uso dell'intonaco non era limitato alla sola protezione del paramento murario ma aveva anche un'importante funzione decorativa, enfatizzata da tinte vivaci e ricercate. Contrariamente alla comune idea che si ha delle città medievali, che vede gli edifici spogliati degli intonaci e privi degli apparati decorativi, le piazze, gli edifici e i luoghi di culto si presentavano con caratteri cromatici molto vari e distintivi come attestato da varie fonti storiografiche e dai numerosi studi sull'iconografia medievale che, concordemente, ci restituiscono una città variamente ed eterogeneamente "colorata". Paradigma tra i numerosi esempi nell'arte pittorica medievale a sostegno di quest'affermazione è certamente *L'allegoria degli effetti del buon governo* di Ambrogio Lorenzetti in cui vediamo ritratto un brano ampiamente policromo di città medievale. Ebbene, per quegli edifici per i quali non è stato possibile rinvenire tracce delle finiture

originali, abbiamo pertanto scelto di rifarci alle cromie proprio di questo affresco attribuendo in forma del tutto soggettiva i vari colori e tipi di finitura agli edifici della nostra nuova antica città di Ninfa.

Anche questo manufatto virtuale è stato corredato di elementi finalizzati a rendere trasparente il modello ricostruttivo: da un lato il processo è stato descritto in pubblicazioni scientifiche, dall'altro ancora una volta sono stati proposti grafici di sintesi che mostrassero i diversi livelli di affidabilità.

In conclusione, se dunque possiamo trovare nel campo delle metamodellazione utili strumenti teorici e operativi per rendere i processi di modellazione più trasparenti e affidabili, ciò nondimeno essi appaiono ancora piuttosto lontani dall'assumere quel carattere di elevata espressione intellettuale che ne costituisce l'ingrediente fondamentale. Troppo spesso infatti molti progetti, magari anche ben impostati, naufragano perché il manufatto virtuale viene realizzato da maestranze non adeguate allo scopo. Anche il tentativo che sta avvenendo per il BIM mediante la definizione di operatori con diversi livelli di specializzazione e responsabilità, appare troppo spesso inadeguata in quanto troppo concentrata sugli aspetti tecnici e poco o nulla su quelli concettuali.



17/ Ricostruzione dell'antica città di Ninfa.  
Vista della chiesa di Santa Maria Maggiore e delle mura  
(elaborazione di Andrea Gallo e Stefano Giubilei).  
*Reconstruction of the ancient city of Ninfa.*  
*View of the Church of St. Mary Major and the walls.*  
(by Andrea Gallo and Stefano Giubilei).



Ecco dunque un obiettivo di medio periodo: mettere insieme anche per i manufatti virtuali una filiera produttiva competente ed efficace quanto quella dei manufatti reali.

#### 1. Architecture, Engineering and Construction.

2. Nel volume omonimo, Augusto Roca De Amicis analizza alcuni episodi problematici e controversi per la Storia dell'Architettura proponendo linee di metodo e strumenti critici alternativi a quelli oggi più in voga ma forse maggiormente capaci di spiegare singolarità che un uso eccessivo della contestualizzazione tende ad appiattire. Questo si fonda sulla creazione di nuove connessioni interpretative che spostino il baricentro ermeneutico dall'*intentio auctoris* all'*intentio operis* intesa come espressione del fare collettivo che innerva qualunque realizzazione.

3. È utile a questo punto precisare che con il termine manufatto (virtuale o reale) ho inteso indicare esclusivamente il prodotto della costruzione, ovvero quanto generato a valle della matrice esecutiva. Questa distinzione mi consente di utilizzare il termine Modello o Oggetto in un'accezione più rigorosa come sintesi della matrice progettuale ed esecutiva.

4. In ambito informatico, il termine *Black Box* si riferisce a un software di cui siano noti solo input e output ma non il workflow intermedio. Al contrario, il termine *White Box* indica un processo in cui tutti i passaggi siano trasparenti rispetto all'utente.

5. *Level Of Development, Level of Detail, Level of Information.*

6. Rientra in questo ambito un vasto progetto che Sapienza ha avviato da qualche anno con l'obiettivo di documentare e modellare in ambiente BIM il proprio patrimonio architettonico. Cuore del progetto è la validazione trasparente dei modelli/manufatti.

7. Il Progetto di Ricerca per la costruzione di un modello 3D virtuale del plastico della Basilica Vaticana di Antonio da Sangallo il Giovane è stato interamente sviluppato nel 2006 dal Dipartimento di Rilievo, Analisi, Disegno dell'Ambiente e del Costruito (oggi DSDRA) di Sapienza Università di Roma diretto al tempo dal prof. Mario Docci. Oltre al Direttore, del gruppo di ricerca hanno fatto parte: il prof. Luca Ribichini (responsabile scientifico), il prof. Carlo Bianchini (responsabile tecnico), gli architetti Alfonso Ippolito e Luca J. Senatore e il geom. Marco Di Giovanni. Al buon esito della Ricerca, commissionata dalla Veneranda Fabbrica di S. Pietro e sponsorizzata dalla Microsoft, ha inoltre concorso in maniera significativa il convinto supporto assicurato in ogni fase dalle autorità vaticane e in particolare dall'Ufficio della Fabbrica che era diretto dalla dott.ssa M. Cristina Carlo-Stella, coordinatrice tra l'altro della mostra stessa.

8. La ricerca ha preso le mosse dalla Tesi di Laurea di Alessandro Aglietti "29 Aprile 1586: Cronache del giorno prima. Lo spostamento dell'obelisco vaticano: ricostruzione virtuale 3D di piazza San Pietro" (2015; relatore prof. Carlo Bianchini, correlatore prof. Alessandro Viscogliosi).

9. La ricerca ha preso le mosse dalla Tesi di Laurea di Andrea Gallo e Stefano Giubilei dal titolo "Studi storici del tessuto urbano e ricostruzione virtuale della città medievale di Ninfa" (2018; relatore prof. A. Viscogliosi, correlatore prof. Carlo Bianchini).

and same age: the one in Assassins' Creed Brotherhood, the highly successful videogame produced by Ubisoft. The question was, all things considered, very simple: how could we establish which reconstruction was the best? The only way to solve this problem was in the field of metamodelling; this led us to delineate an initial idea of reliability correlated to the transparency of our data source and reconstructive criteria. Finally, a summary of these parameters was presented in a map in which the various parts were coloured according to their higher or lower score.

The last project involved the ancient city of Ninfa<sup>9</sup> (figs. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) [Bianchini et al. 2020b]. Although the original medieval settlement now only acts as a backdrop to the very famous Garden, it represents one of the most important urban centres in the Pontine area, and for this reason deserves to be studied as part of the history of architecture and the city.

While limited portions of the city were easy to reconstruct thanks to substantial historical sources and the very visible remains of the wall structures (the churches, castle, inner and outer walls, and numerous houses along the main street), most of the built-up area was in a bad state of repair, and sometimes completely obliterated.

Despite our best efforts, many parts of the urban layout were insufficiently defined, not least because the vegetal structures of the garden often concealed a non-negligible part of the walls above ground. In order to complete the ancient urban fabric we had to take stock of these objective limits and, as a result, accept the principle that an increase in the subjectivity of the reconstructive hypotheses corresponded to a reduction in their overall reliability.

Based on this approach, we identified the most important unresolved features of the settlement (the market square, parade ground, dam, and structures required to exploit water sources) and then we filled in the empty 'boxes' by comparing them with similar urban layouts. This allowed us to complete the road network and create an urban density that was credible and in line with the analyses performed and data available.

Having established the entire layout of the built-up area, the next step was to reconstruct

the façades of the ancient buildings in Ninfa, i.e., hypothesise what the individual buildings and city look liked. To achieve this the study performed on the visible walls and plasters that remained in situ was crucial. After numerous inspections we found several elements revealing how the surfaces of the buildings had been treated: in ancient Ninfa, plaster was not only used to protect the walls, it also played a decorative role, emphasised by the brilliant and sophisticated colours. Unlike the idea most people have of medieval cities when they see buildings without plaster and decorative features, the squares, buildings and places of worship in Ninfa had very varied and distinctive chromatic hues; this was confirmed by historiographical sources and numerous studies of medieval iconography that unanimously provided the image of a variously and heterogeneously 'coloured' city. The Allegory and Effects of Good and Bad Government by Ambrogio Lorenzetti, portraying a polychrome expanse of a medieval city, is just one paradigmatic example from amongst all the numerous medieval pictorial artworks supporting this statement. When it was not possible to find traces of the original finishings on these buildings we decided to use the colours of this fresco, subjectively assigning the colours and types of finishings to the buildings in our new, ancient city of Ninfa. The elements added to this virtual artefact were used to render the reconstructive model transparent: on the one hand, the process was described in scientific publications and, on the other, concise graphics were once again proposed to show the different levels of reliability.

In conclusion, while the field of metamodelling contains useful theoretical and operational tools to render the modelling processes more transparent and reliable, nevertheless these tools appear to be far from assuming the status of a high intellectual expression, which is its fundamental ingredient. In fact, all too often many projects, even those well-planned, are derailed because the virtual artefact is created by individuals who are not up to the task, and even in the BIM sector the attempt to establish operators with different levels of specialisation and responsibility, all too often appears inadequate insofar as it is too focused on technical aspects and little, or not at all, on concepts. However, a medium-term objective exists: to create a production chain, even for virtual artefacts, that is as competent and effective as it is for real buildings.

#### 1. Architecture, Engineering and Construction.

2. In the book with the same title, Augusto Roca De Amicis analyses several problematic and controversial episodes in the History of Architecture, proposing alternative methods and critical tools compared to the ones fashionable today, i.e., with a greater capacity to explain uniqueness than an excessive use of contextualisation tends to flatten. It is based on the creation of new interpretative links that shift the hermeneutic barycentre from *intentio auctoris* to *intentio operis* considered as the expression of the collective work behind any realisation.

3. At this point it is useful to specify that I have used the term artefact (whether virtual or real) exclusively to indicate the product of construction, i.e., what is generated after the construction matrix. This differentiation allows me to use the term Model or Object in a stricter manner, as the synthesis of the design and construction matrixes.

4. In computer science, the term Black Box refers to a software where only the input and output are known, but not the intermediate workflow. On the contrary, the term White Box indicates a process in which all the steps are transparent for the user.

5. Level of Development, Level of Detail, Level of Information.

6. An important project launched by Sapienza a few years ago falls into this field; the objective was to document and model its architectural heritage in a BIM environment. The 'heart and soul' of the project is the transparent validation of the models/artefacts.

7. The Research Project for the construction of a virtual 3D model of the maquette of the Vatican Basilica by Antonio da Sangallo the Younger was developed in 2006 by the Department of Survey, Analysis and Drawing of the Environment and the Built (now DSDRA) of Sapienza University of Rome, at the time headed by Prof. Mario Docci. Apart from the Director, the research group included: Prof. Luca Ribichini (scientific director), Prof. Carlo Bianchini (technical director), the architects Alfonso Ippolito and Luca J. Senatore, and the surveyor Marco Di Giovanni. Besides the good results of the Research, commissioned by the Veneranda Fabbrica di S. Pietro and sponsored by Microsoft, a significant input was provided by the unwavering support, throughout the project, of the Vatican authorities, in particular the Offices of the Fabbrica at the time headed by M. Cristina Carlo-Stella, coordinator of the exhibition.

8. The research was inspired by the Graduate Thesis by Alessandro Aglietti entitled '29 Aprile 1586: Cronache del giorno prima. Lo spostamento dell'obelisco vaticano: ricostruzione virtuale 3D di piazza San Pietro' (2015; rapporteur, Prof. Carlo Bianchini, co-rapporteur, Prof. Alessandro Viscogliosi).

9. The research was inspired by the Graduate Thesis by Andrea Gallo and Stefano Giubilei entitled 'Studi storici del tessuto urbano e ricostruzione virtuale della città medievale di Ninfa' (2018; rapporteur, Prof. A. Viscogliosi, co-rapporteur, Prof. Carlo Bianchini).

#### References

- Addison, Gaiani 2000 = Alonzo C. Addison, Marco Gaiani. Virtualized Architectural Heritage: New Tools and Techniques. *IEEE MultiMedia journal*, vol. 7 (2), 2000, pp. 26-31. ISSN: 2169-3536 (Online). DOI: 10.1109/93.848422. <<https://www.computer.org/csdl/magazine/mul/2000/02/u2026/13rRUxly9ay>> [giugno 2023].
- Attenni et al. 2022 = Martina Attenni, Carlo Bianchini, Marika Griffio, Luca James Senatore. HBIM Meta-Modelling: 50 (and More) Shades of Grey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(9), 468, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi11090468>.
- Benedetti 2009 = Sandro Benedetti. *Il grande modello per il San Pietro in Vaticano. Antonio da Sangallo il Giovane*. Roma: Gangemi editore, 2009. ISBN: 9788849217735.
- Bianchini 2007 = Carlo Bianchini. Dal Reale al Virtuale (e ritorno): il modello ligneo di Antonio da Sangallo per il Nuovo San Pietro in Vaticano. From reality to virtuality (and back): the wooden model by Antonio da Sangallo for the new St. Peter's in Vatican. *Disegnare. Idee Immagini*, 34, 2007, pp. 36-49. ISSN: 11239247.
- Bianchini 2014 = Carlo Bianchini. Survey, modeling, interpretation as multidisciplinary components of a Knowledge System. *SCIRES-IT-SCIENTIFIC RESEARCH AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 4 (1), 2014, pp. 15-24. e-ISSN: 2239-430. DOI: 10.2423/i22394303v4n1p15.

- 
- Bianchini et al. 2020a = Carlo Bianchini, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Martina Attenui, Saverio Nicastro. HBIM e (la) Sapienza. *Palladio*, III, 63-64, 2020, pp. 107-113. ISSN: 0031-0379.
  - Bianchini et al. 2020b = Carlo Bianchini, Alessandro Viscogliosi, Francesca Cicinelli, Andrea Gallo. La costruzione scientifica della memoria: il caso della nuova antica città di Ninfa | The Scientific Construction of Memory: the Case of the New Ancient City of Ninfa. In *CONNETTERE-Un disegno per annodare e tessere. CONNECTING-Drawing for weaving relationships*. Milano: Franco Angeli, 2020, pp. 1760-1777. ISBN: 9788835104490.
  - Bianchini, Nicastro 2018 = Carlo Bianchini, Saverio Nicastro. The definition of the Level of Reliability: a contribution to the transparency of Historical-BIM processes. *Dn. Building information modeling, data & semantics*, 2, 2018, pp. 46-59. ISSN: 2610-8755. <<https://www.dienne.org/en/2018/10/13/bianchini-eng/>> [giugno 2023].
  - Bianchini, Potestà 2018 = Carlo Bianchini, Giorgia Potestà. The critical reconstruction of the Temple - Theatre complex in the Italic Sanctuary of Pietrabbondante. In *3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE)* held jointly with 2018 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018), San Francisco, CA, USA, 2018, pp. 1-4. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2018.8810124.
  - Bianchini, Ippolito, Senatore 2019 = Carlo Bianchini, Alfonso Ippolito, Luca J. Senatore. The wooden models of the Vatican Basilica by Antonio da Sangallo and Michelangelo: survey, modelling and interpretation. In *Digital Wood Design: Innovative Techniques of Representation in Architectural Design*, 2019, pp. 321-342. ISBN: 9783030036751.
  - Bianchini, Viscogliosi, Aglietti 2017 = Carlo Bianchini, Alessandro Viscogliosi, Alessandro Aglietti. Innovative Digital Heuristic Approaches in Architectural Historical Research. In *21st International Conference Information Visualisation (IV)*. London, 2017, pp. 444-449. ISBN: 9781538608326. DOI: 10.1109/iV.2017.47.
  - Borghini, Carlanì 2011 = Stefano Borghini, Raffaele Carlanì. La restituzione virtuale dell'architettura antica come strumento di ricerca e comunicazione dei beni culturali: ricerca estetica e gestione delle fonti. *DisegnareCon*, 4, 8, 2011, pp. 72-79. ISSN: 1828-5961/2571. DOI: <http://doi.org/10.1080/02614340.2022.22.23858>.
  - Borgogni, Ippolito 2011 = Francesco Borgogni, Alfonso Ippolito. I modelli 3D nei rilievi di architettura. In *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*. A cura di Emanuela Chiavoni, Monica Filippa. Ricerca Prin 2007. Roma: Gangemi Editore, 2011, pp. 71-78. ISBN: 9788849222081.
  - Brusaporci, Maiezza, Tata 2018 = Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza, Alessandra Tata. A framework for architectural heritage HBIM semantization and development. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Volume XLII-2, 2018, pp. 179-184. ISSN: 2194-9034. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-179-2018>.
  - Cantrell, Michaels 2010 = Bradley Cantrell, Wes Michaels. *Digital Drawing for Landscape Architecture: Contemporary Techniques and Tools for Digital Representation in Site Design*. Hoboken. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. ISBN: 9780470403976.
  - Docci et al. 2007 = Mario Docci, Luca Ribichini, Carlo Bianchini, Alfonso Ippolito. From plans to model: the unbuilt Vatican Basilica. In *From survey to the project: heritage & historical town centres*. Firenze: Edifin 2007, pp. 150-155. ISBN: 9788879703505.
  - Docci, Bianchini, Ippolito 2011 = Mario Docci, Carlo Bianchini, Alfonso Ippolito. Contributi per una teoria del rilevamento architettonico. *Disegnare. Idee Immagini*, 42, 2011, pp. 34-41. ISSN: 11239247.
  - Docci, Gaiani, Migliari 2001 = Mario Docci, Marco Gaiani, Riccardo Migliari. Una nuova cultura per il rilevamento *Disegnare. Idee Immagini*, 23, 2001, pp. 37-46. ISBN: 11239247.
  - Fallavollita et al. 2015 = Federico Fallavollita, Massimo Ballabeni, Riccardo Foschi, Giacomo Perugini. Semantic description of the three-dimensional models of Bologna porches. *SCIRES.IT SCientific REsearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*. Vol. 5, Issue 1, 2015, pp. 31-40. e-ISSN: 2239-4303. DOI: <http://dx.doi.org/10.2423/i22394303v5n1p31>.
  - Glaessgen, Stargel 2012 = Edward Glaessgen, David Stargel. The digital twin paradigm for future NASA and U.S. Air force vehicles. In *Collection of Technical Papers - AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference*, 2012. ISBN: 9781600869372. DOI: 10.2514/6.2012-1818.
  - Inzerillo et al. 2016 = Laura Inzerillo, Massimiliano Lo Turco, Sandro Parriniello, Cettina Santagati, Graziano Mario. BIM e beni architettonici: verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale / BIM and architectural heritage: towards an operational methodology for the knowledge and the management of Cultural Heritage. *DisegnareCon*, volume 9, 16, 2016, pp. 16.1-16.9. ISSN: 1828-5961. <<https://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/viewFile/153/124>> [giugno 2023].
  - Logothetis, Karachaliou, Stylianidis 2017 = S. Logothetis, E. Karachaliou, E. Stylianidis. From OSS CAD to BIM for cultural heritage digital representation. In *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, 3d virtual reconstruction and visualization of complex architectures*, 1-3, 2017, pp. 439-445. ISSN: 2194-9034. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-439-2017>.
  - López et al. 2018 = Facundo José López, Pedro M. Lerones, José Llamas, Jaime Gómez-García-Bermejo, Eduardo Zalama. Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). *Multimodal Technologies and Interaction*, 2 (2), 21, 2018. ISSN: 2414-4088. DOI: <https://doi.org/10.3390/mti2020021>.
  - Migliari 2004 = Riccardo Migliari. *Disegno come modello*. Roma: Edizioni Kappa, 2004. ISBN: 9788878906051.
  - Popper 1963 = Karl Popper. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. London: Routledge, 1963.
  - Quaroni 1977 = Ludovico Quaroni. *Progettare un edificio. Otto lezioni di architettura*. Mazzotta, 1977.
  - Quattrini, Pierdicca, Morbidoni 2017 = Ramona Quattrini, Roberto Pierdicca, Christian Morbidoni. Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high quality models using the semantic-web. *Journal of cultural heritage*, 28, 2017, pp. 129-139. ISSN: 12962074.
  - Roca De Amicis 2015 = Augusto Roca De Amicis. *Intentio operis. Studi di storia nell'architettura*. Roma: Campisano editore, 2015. ISBN: 9788898229536.
  - Scianna, Gaglio, La Guardia 2020 = Andrea Scianna, Giuseppe Fulvio Gaglio, Marcello La Guardia. HBIM data management in historical and archaeological buildings. *Archeologia e Calcolatori*, 31.1, 2020, pp. 231-252. ISSN: 1120-6861. DOI: 10.19282/ac.31.1.2020.11.
  - Steegmans et al. 2004 = Eric Steegmans, Pieter Bekaert, Frank Devos, Geert Delanote, Nele Smeets, Marko van Dooren, Jeroen Boydens. Black & White Testing: Bridging Black Box Testing and White Box Testing. In *Software Testing: Bebeers Optimaal De Risico's Van It In Uw Business*, 2004, pp. 1-12.
  - Viscogliosi 2015 = Alessandro Viscogliosi. Lo studio della Storia dell'Architettura fra tradizione e high-tech. *Disegnare. Idee Immagini*, 51, 2015, pp. 80-90. ISSN: 11239247.
  - Yang et al. 2020 = Xiucheng Yang, Pierre Grussenmeyer, Mathieu Koehl, Hélène Macher, Arnadi Murtiyoso, Tania Landes. Review of Built Heritage Modelling: Integration of HBIM and Other Information Techniques. *Journal of Cultural Heritage*, Volume 46, 2020, pp. 350-360. ISSN: 1296-2074. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.05.008>.

La rivista è inclusa nella Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics), dove è indicizzata nell'Arts & Humanities Citation Index e nel database di Scopus dove sono presenti gli abstract dei contributi.

La selezione degli articoli per *Disegnare. Idee Immagini* prevede la procedura di revisione e valutazione da parte di un comitato di referee (*blind peer review*); ogni contributo viene sottoposto all'attenzione di almeno due revisori, scelti in base alle loro specifiche competenze. I nomi dei revisori sono resi noti ogni anno nel numero di dicembre.

*The journal has been selected for coverage in the Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics); it is indexed in the Arts & Humanities Citation Index and abstracted in the Scopus database.*

*The articles published in Disegnare. Idee Immagini are examined and assessed by a blind peer review; each article is examined by at least two referees, chosen according to their specific field of competence.*

*The names of the referees are published every year in the December issue of the journal.*

**Gli autori di questo numero**  
*Authors published in this issue*

**Fabrizio Ivan Apollonio**  
 Dipartimento di Architettura  
 Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
 via Risorgimento, 2  
 40136 Bologna, Italia  
 fabrizio.apollonio@unibo.it

**Carlo Bianchini**  
 Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura  
 Sapienza Università di Roma  
 piazza Borghese, 9  
 00186 Roma, Italia  
 carlo.bianchini@uniroma1.it

**Livio De Luca**  
 UMR CNRS/MCC MAP (Modèles et simulations  
 pour l'Architecture et le Patrimoine)  
 Campus du CNRS (Batiment US)  
 31, chemin Joseph Aiguier  
 13402 Marseille cedex 20, Francia  
 livio.deluca@map.cnrs.fr

**Marco Gaiani**  
 Dipartimento di Architettura  
 Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
 via Risorgimento, 2  
 40136 Bologna, Italia  
 marco.gaiani@unibo.it

**Simone Garagnani**  
 Dipartimento di Studi Umanistici  
 Università degli Studi di Urbino Carlo Bo  
 via Bramante, 17  
 61029 Urbino, Italia  
 simone.garagnani@uniurb.it

**Michela Martini**  
 Museo Basilica di Santa Maria delle Grazie  
 piazza Masaccio, 8  
 52027 San Giovanni Valdarno (AR), Italia  
 michelamartini29@gmail.com

**Riccardo Migliari**  
 Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura  
 Sapienza Università di Roma  
 piazza Borghese, 9  
 00186 Roma, Italia  
 riccardo.migliari@uniroma1.it

**Douglas Pritchard**  
 Scott Sutherland School of Architecture  
 Robert Gordon University  
 Garthdee House, Garthdee Road  
 Aberdeen, AB10 7QB, Scozia  
 d.pritchard1@rgu.ac.uk

**Guendalina Salimei**  
 Dipartimento Architettura e Progetto  
 Sapienza Università di Roma  
 via Flaminia, 359  
 00196 Roma, Italia  
 guendalina.salimei@uniroma1.it

**Carl Brandon Strehlke**  
 Philadelphia Museum of Art  
 2600 Benjamin Franklin Parkway  
 Philadelphia, PA 19130, Stati Uniti  
 sherbornmass@gmail.com



Guendalina Salimei  
Il segno e lo schizzo  
*The sign and the sketch*

Livio De Luca  
Un ecosistema digitale per lo studio  
interdisciplinare di Notre-Dame de Paris  
*A digital ecosystem for the interdisciplinary study  
of Notre-Dame de Paris*

Fabrizio Ivan Apollonio, Marco Gaiani,  
Simone Garagnani, Michela Martini,  
Carl Brandon Strehlke  
Misurare e restituire l'Annunciazione  
di San Giovanni Valdarno del Beato Angelico  
*Measurement and restitution of the Annunciation  
by Fra Angelico in San Giovanni Valdarno*

Douglas Pritchard  
Intersezioni tra tecnologia, comunicazione  
grafica e rappresentazione del patrimonio  
culturale  
*The intersection of technology, graphic  
communication, and cultural heritage  
representation*

Riccardo Migliari  
Max Kleiber *Perspektivikus*  
Max Kleiber *Perspektivikus*

Riccardo Migliari  
Nostalgia ed emozione del disegno  
*The nostalgia and emotion of drawing*

Carlo Bianchini  
Metamodellazione  
*Metamodelling*



WORLDWIDE DISTRIBUTION  
AND DIGITAL VERSION  
EBOOK  
AMAZON, APPLE, ANDROID  
WWW.GANGEMEDITORE.IT

ISSN 1123-9247  
30066  
ISBN 978-884925068-6  
9 771123 924009  
9 788849 250688