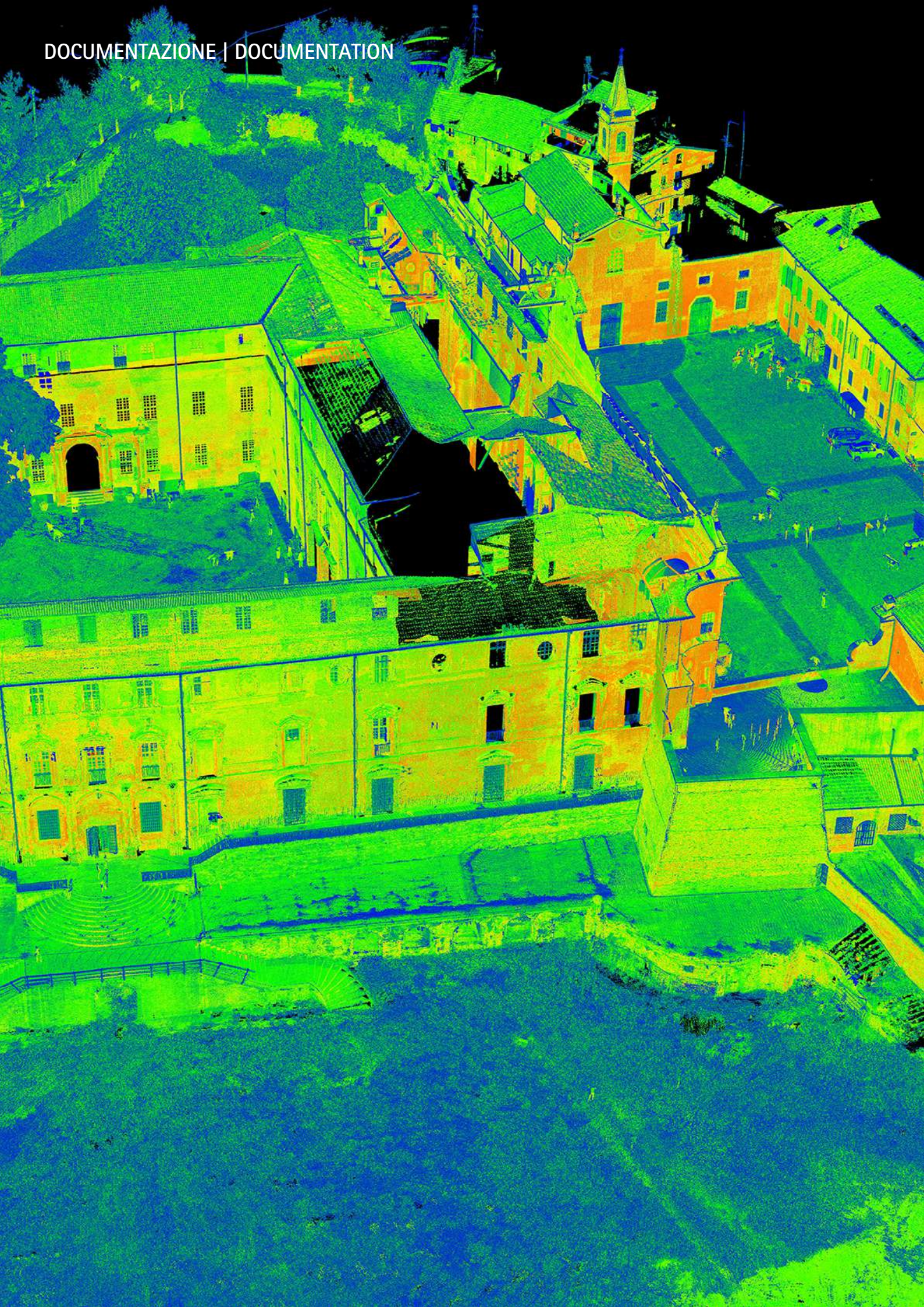




Strumenti per trasferire innovazione e conoscenza.

La documentazione digitale integrata del patrimonio costruito pubblico

Transferring innovation and knowledge. The integrated digital documentation of State Heritage

Fabiana Raco

Ricercatrice TD in Disegno | DIAPReM – Centro Dipartimentale per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro dei Monumenti
Dipartimento di Architettura | Università degli Studi di Ferrara | fabiana.raco@unife.it

L'intervento sul patrimonio costruito esistente ed ancor più sul Patrimonio Culturale è un processo complesso, iterativo, di conoscenza e documentazione stratificata. L'introduzione della cogenza, nell'ambito degli appalti pubblici, degli strumenti di *Building Information Modeling*¹ ha permesso di individuare, superata una iniziale fase di resistenza degli attori della filiera, l'intervento sull'esistente, comunque finalizzato, quale ambito privilegiato di applicazione e sperimentazione degli strumenti BIM nelle diverse declinazioni di HBIM ed eBIM².

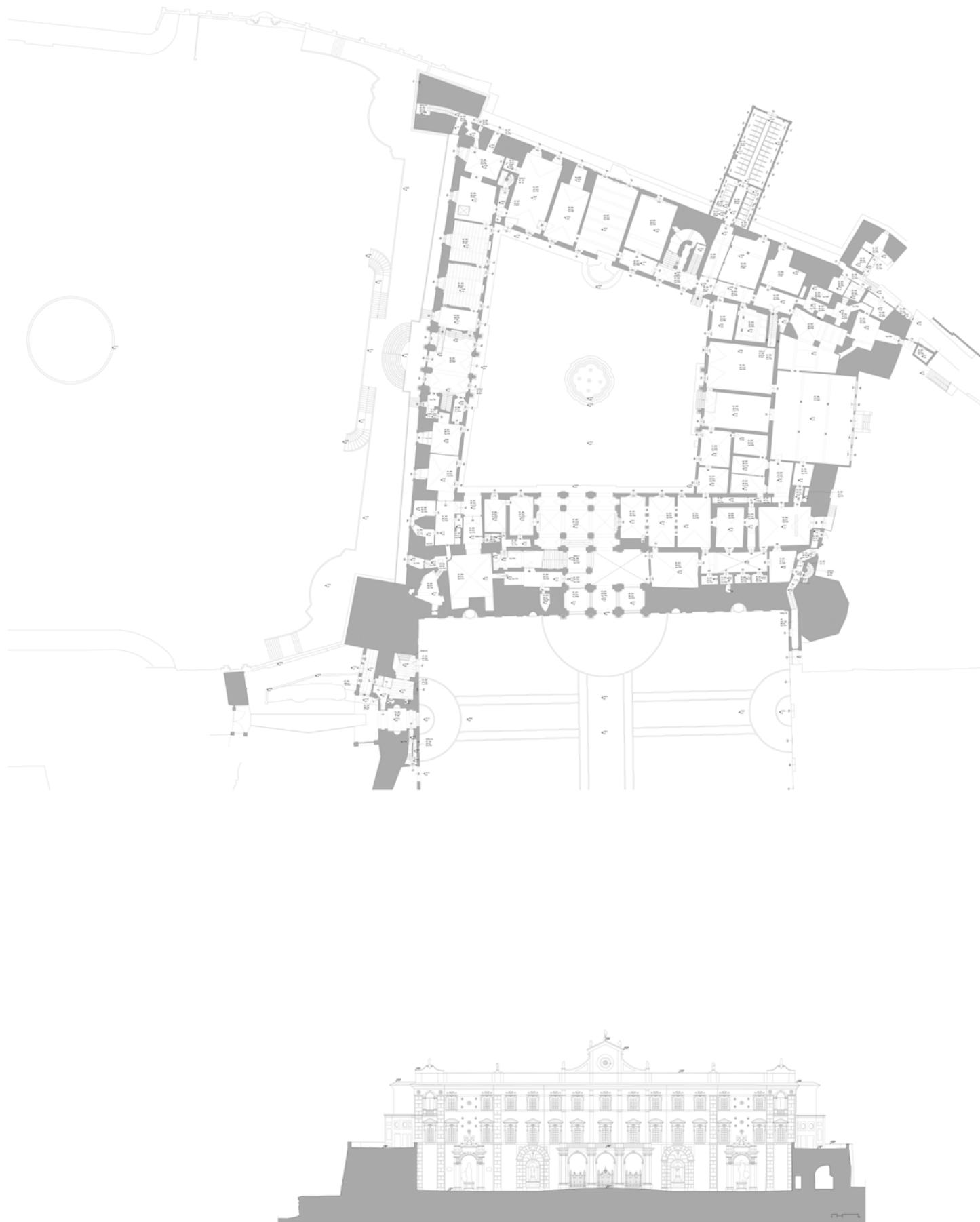
La possibilità di elaborare modelli parametrici implementabili nel tempo secondo livelli di sviluppo, geometrico-informativi, progressivi è apparsa, infatti, una possibile risposta alla complessità dei processi conoscitivi e decisionali che caratterizzano azioni di tutela, conservazione, restauro, miglioramento sismico, energetico, ma anche di recupero e di rigenerazione, dalla scala architettonica alla scala urbana.

Ai vincoli, *boundaries*, imposti dagli attuali programmi

Project on both the existing built heritage and, more importantly, the cultural heritage is a complex, iterative process of stratified knowledge and documentation. Since an initial period of supply chain actor resistance, the introduction of the requirement for the use of Building Information Modeling tools in public tenders [1] has made it possible to identify the intervention on existing heritage as a favoured field of application and experimentation of BIM tools in the multiple declinations of HBIM and eBIM [2]. Given the complexity of the cognitive and decision-making processes that underlie actions of protection, conservation, restoration, seismic and energy improvement, as well as recovery and regeneration, from the architectural scale to the urban scale, it has lately fact appeared to be possible to develop parametric models that can be implemented over time in accordance with progressive, geometric-

00.

Dettaglio.
Rilievo digitale
integrato di palazzi e
residenze barocche:
Palazzo Ducale di
Sassuolo, Modena,
Italia, XVII secolo |
Detail.
Integrated digital
survey of Baroque
palaces and
residences: Palazzo
Ducale di Sassuolo,
Modena, Italy, 17th
century



01.

01.

Pianta ed alzato,
Palazzo Ducale di
Sassuolo, Modena,
Italia, (XVII secolo),
da procedura *scan*
to CAD |
Floor plan and
elevation Palazzo
Ducale di Sassuolo,
Modena, Italy, (17th
century), from scan
to CAD procedure

di *authoring* architettonico alla rappresentazione morfologica dei caratteri di unicità, costruttiva, materica, tecnologica, che caratterizzano l'architettura storicizzata la filiera, la catena del valore di progettisti, gestori del patrimonio, aziende ICT, sta rispondendo condividendo la definizione di parametri, protocolli e codici, ma anche strutture informative e semantiche. L'integrazione di più sistemi digitali informativi sembra esser stata individuata come ambito di possibile innovazione al fine di valorizzare le potenzialità degli attuali strumenti e gestirne i limiti.

Ne sono conseguite applicazioni, sempre più diffuse, rivolte alla documentazione *as is* per il progetto, alla costruzione e ri-costruzione di architetture perdute³, all'esplorazione del modello HBIM ed eBIM come strumento d'integrazione di sistemi informativi nuovi e preesistenti, anche alla scala territoriale, BIM e GIS⁴. Coerentemente, si è assistito alla diffusione, a larga scala, dell'applicazione di tecnologie integrate di rilievo tridimensionale a supporto di processi *scan to BIM* in grado di favorire, in tempi ragionevoli, la digitalizzazione dello stato di fatto di importanti quantità di patrimonio costruito.

Nell'ambito dello scenario descritto, si inserisce il caso studio del rilievo tridimensionale integrato, della successiva realizzazione di modelli HBIM ed implementazione informativa, anche attraverso la realizzazione di elaborati bidimensionali funzionali alle analisi di tecniche costruttive, materiali e stati conservativi, di oltre cinquecentomila metri quadri di edifici demaniali⁵.

L'ambito d'indagine costituito da beni di proprietà dello Stato è parte, inoltre, di un più ampio percorso di ricerca che mira alla definizione di protocolli di rilievo tridimensionale integrato condivisi con i diversi attori della filiera e finalizzati ad individuare i criteri per la valutazione della qualità dell'informazione, e del modello, da rilievo 3D correlata alle finalità dell'intervento nei processi *scan to BIM*.

Nel periodo tra novembre 2018 e dicembre 2020 l'Agenzia del Demanio pubblica oltre centodieci gare di affidamento di servizi che prevedono l'obbligatorietà d'impiego di tecnologie BIM, per un valore complessivo di oltre duecento milioni di euro, indipendentemente dalle soglie di coerenza del periodo.

Tra le gare bandite, cinquantacinque sono esclusivamente dedicate alla documentazione dello stato di fatto di manufatti architettonici mediante

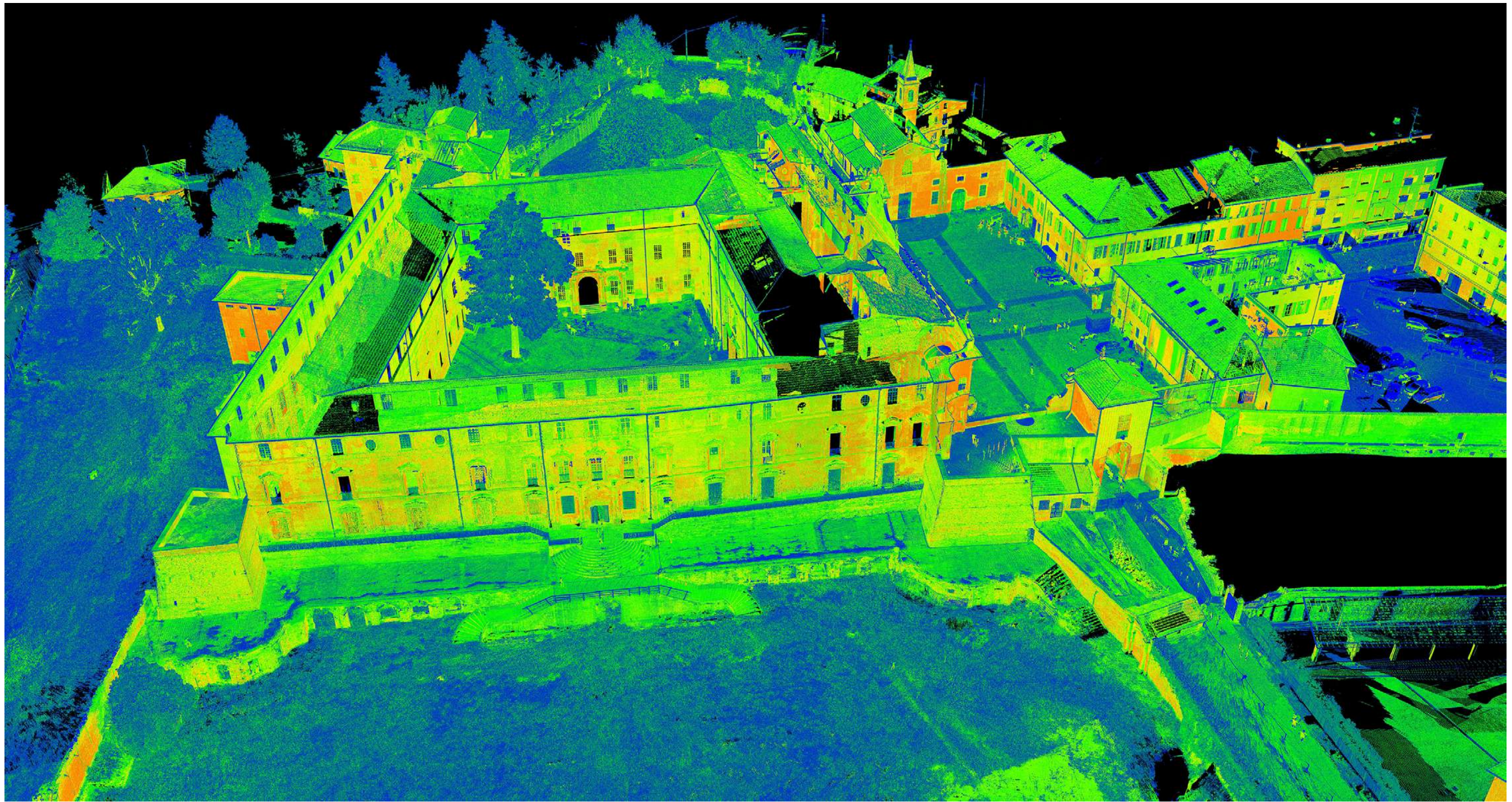
informative levels of development. The supply chain, the value chain of designers, heritage managers, and ICT companies is responding to the limitations, boundaries, imposed by the current architectural authoring programs on the morphological representation of the distinctive, constructive, material, and technological characteristics that characterize historicised architecture. They are sharing the definition of parameters, protocols, and codes as well as information and semantic structures.

Consequently, to properly exploit the potential of the available tools while managing their constraints, it suggests that the integration of numerous digital information systems has been identified as a viable field for innovation.

Due to this, applications for documentation of the project as it is [3], construction and reconstruction of lost architectures [4], and the investigation of HBIM and eBIM as a tool for integrating new and existing information systems, including at a territorial scale, BIM and GIS [5], are becoming more and more common.

The use of integrated three-dimensional survey technology has consistently been widely disseminated to assist scan-to-BIM processes that can favor, in a reasonable amount of time, the digitisation of the state of the art of sizable amounts of built heritage. More than 500,000 square meters of state-owned buildings were the subject of an integrated three-dimensional survey, which was followed by the creation of HBIM models and the implementation of information, including the creation of two-dimensional drawings useful for analyzing construction methods, materials, and state of preservation. State-owned property is the subject of a larger research project that aims to define integrated three-dimensional survey protocols that are shared with different supply chain actors [6] and that identifies the standards for assessing the accuracy of the data and the model from the 3D survey in relation to the goals of the intervention in scan to BIM processes.

Regardless of the obligatory criteria for the time period, the Agenzia del Demanio (State Property Agency) launched, between 2018 and 2020, more than 110 tenders for the awarding



02.

Rilievo digitale integrato di palazzi e residenze barocche: Palazzo Ducale di Sassuolo, Modena, Italia, XVII secolo |
Integrated digital survey of Baroque palaces and residences: Palazzo Ducale di Sassuolo, Modena, Italy, 17th century

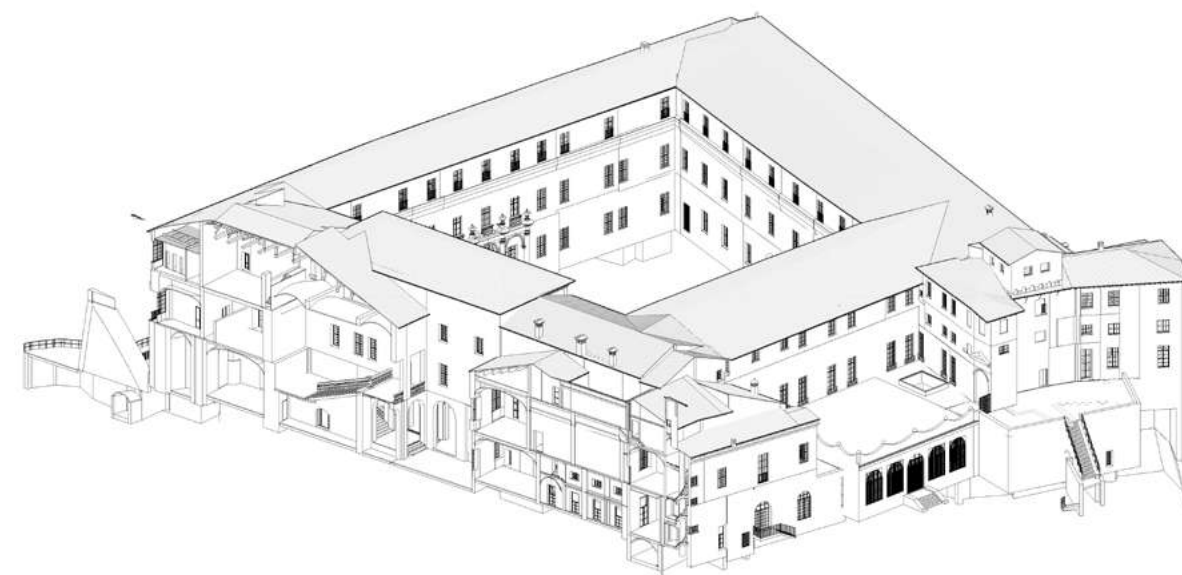


03.

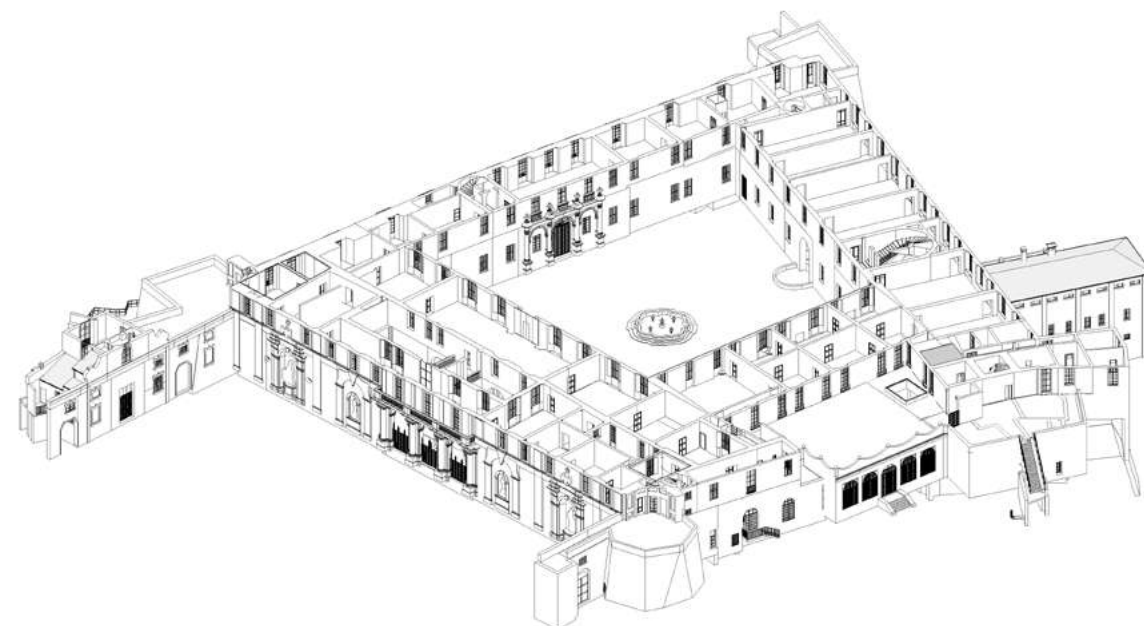
Diverse sorgenti informative per l'implementazione del modello HBIM: rilievo fotogrammetrico del piano nobile di Palazzo Ducale di Sassuolo, Modena, Italia, XVII secolo | A photogrammetric survey of the piano nobile of the Palazzo Ducale in Sassuolo, Modena, Italy, from the 17th century, provides one of the numerous sources of information for implementing the HBIM model

rilievo tridimensionale integrato, modellazione HBIM e sviluppo di elaborati bidimensionali finalizzati alla valutazione della vulnerabilità sismica e del comportamento energetico degli edifici. L'importante e conseguente impegno gestionale, in qualità di stazione appaltante, fa seguito ad un periodo di definizione dei supporti documentali, contenenti specifiche tecniche per la redazione di documenti strategici interni e capitolati a base di gara, necessari all'introduzione del BIM nei processi di affidamento e collaudo dei servizi. Al fine di definire un processo collaborativo, basato su standard e flussi di lavoro aperti, il Demanio si dota, infatti, con riferimento alle parti al tempo pubblicate della ISO 19650, di linee guida interne, che definiscono il *workflow* operativo BIM *based*, linee guida per la produzione informativa, specifiche metodologiche e specifiche operative che divengono, in breve tempo, documenti di riferimento per l'esecuzione dei servizi. La catena del valore dell'intervento sull'esistente

of services comprising the mandatory use of BIM technologies, for a total value of more than 200 million euros [6]. The documentation of the state of the art of architectural artifacts through integrated three-dimensional surveying, HBIM modeling, and the creation of two-dimensional drawings aimed at evaluating the seismic vulnerability and energy behavior of buildings is the main focus of fifty-five of the tenders that were issued. Following a period of defining the documentary supports, containing technical specifications for the creation of internal strategic documents and tender specifications, required for the introduction of BIM in the contracting and testing of services processes, comes the significant and necessary management commitment, as a contracting station. The Italian State Property Office provides internal guidelines that define the BIM-based operational workflow, guidelines for information



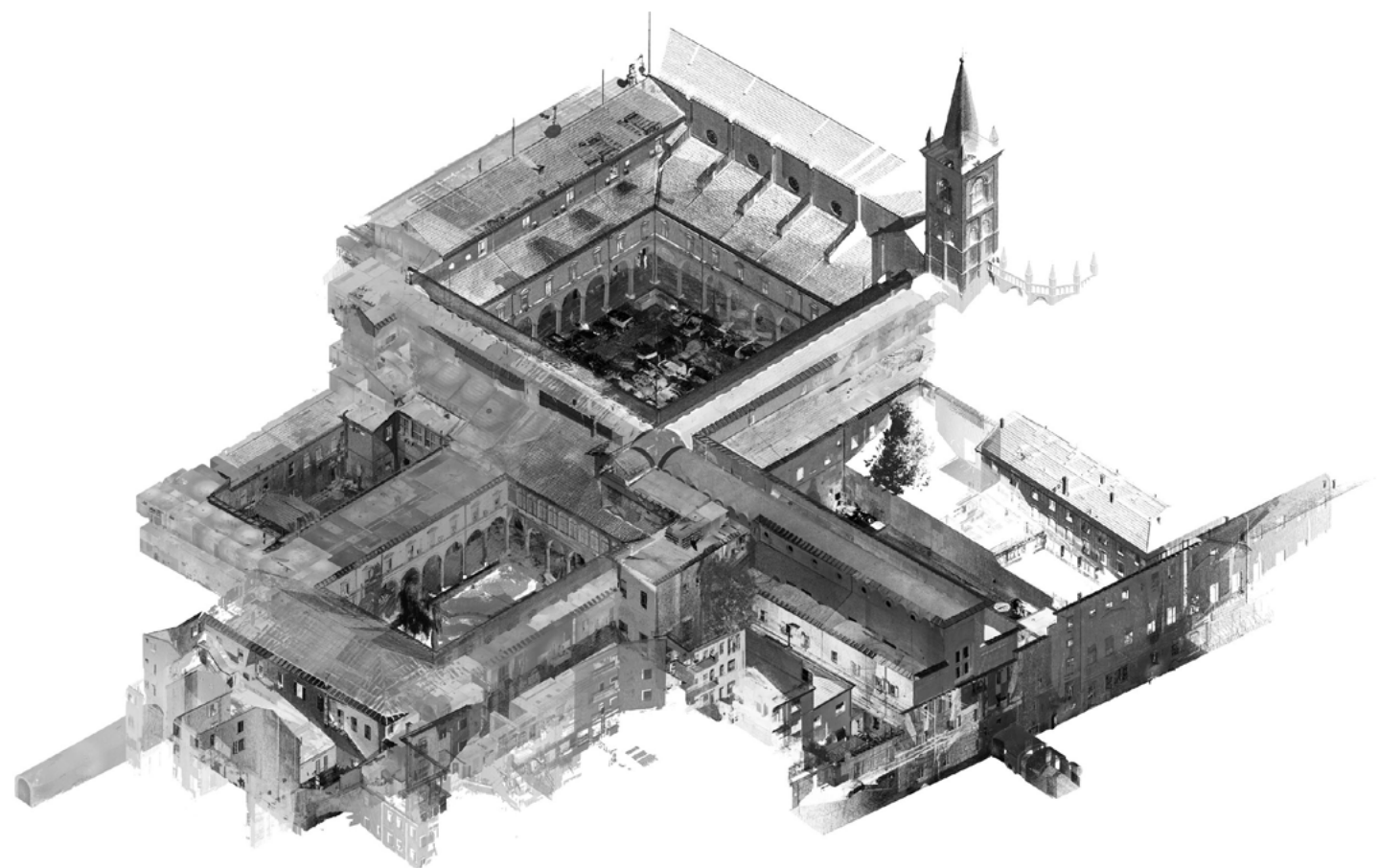
04a.



04b.

04a. 04b.

Modello HBIM, LOD D, Palazzo Ducale di Sassuolo, Modena, Italia, XVII secolo | HBIM model, LOD D, Palazzo Ducale in Sassuolo, Modena, Italy, from the 17th century



05.

Rilievo tridimensionale integrato di comparti urbani: Ex Convento dei Servi, Bologna, XIV secolo | Integrated three-dimensional survey of urban areas: Ex Convento dei Servi, Bologna, 14th century

affronta, per la prima volta, una richiesta estensiva di documentazione digitale integrata del patrimonio costruito a partire dalla definizione di requisiti che dimostrano la necessità di dotarsi di specifiche, *standard*, condivisi.

Tale è l'occasione per una prima validazione di protocolli di rilievo e modellazione digitale integrati che tengono conto di: caratteristiche morfologiche e tipologiche del bene; finalità di utilizzo dell'informazione; procedure di ottimizzazione in fase di acquisizione, calcolo del modello complessivo di dati e segmentazione; controllo e verifica dei dati; usabilità ed implementazione del modello complessivo a nuvola di punta; accuratezza.

L'esperienza condotta ha consentito di verificare, tra altri, criteri di ottimizzazione connessi al rapporto tra tempi e modalità di acquisizione *in situ* e calcolo successivo dei modelli complessivi di dati. A parità di accuratezza attesa, infatti, la realizzazione di reti di controllo, topografica di primo livello e di punti noti, *target*, di secondo livello, ha consentito di ridurre da un lato il numero e la sovrapposizione delle singole scansioni, se paragonata ad un metodo di acquisizione di tipo morfologico, dall'altro il controllo di fattori quali ridondanza del dato e rumore. Ne risultano modelli che seppur caratterizzati da quantità di dati dell'ordine di terabyte sono resi disponibili ad ulteriori futuri processi di elaborazione digitale quali, ad esempio, l'automazione di procedure di segmentazione semantica.

L'esperienza condotta ha inoltre dimostrato che il modello tridimensionale a nuvola di punti resta, tuttavia, raramente utilizzato come sorgente informativa diretta, la quale è costituita in prevalenza dalle elaborazioni bidimensionali e dal modello HBIM. La recente proposta di cambiamento introdotta al Codice degli Appalti, relativa alla reintroduzione dell'appalto integrato, sembra però avviare una nuova ed ulteriore fase di cambiamento, ed innovazione, della filiera nella direzione di una più consapevole valutazione della qualità di dati ed informazioni con riferimento all'intero ciclo di vita dell'opera. L'approccio alla digitalizzazione della filiera, nella direzione di una maggiore industrializzazione, coinvolge, con l'introduzione della norma, una fase del ciclo di vita dell'opera fino ad oggi estranea, in larga misura, all'introduzione di strumenti BIM, HBIM

production, methodological specifications, and operational specifications, which quickly become reference documents for the execution of services. The guidelines are provided in order to define a collaborative process, based on open standards and workflows. For the first time, the value chain of interventions on the existing heritage should deal with a significant need for integrated digital documentation of the built heritage, starting with the creation of criteria that show the necessity for shared specifications and standards. This is a chance to perform an initial validation of integrated digital survey and modeling protocols that take into account the asset's morphological and typological characteristics, the purposes that the data will be used, the acquisition process's optimization techniques, the overall data model's calculation and segmentation, data control and verification, and the accuracy of the point cloud model. The knowledge gathered made it possible to calculate the overall data models and to verify a number of optimization criteria, including those relating to the relationship between the methodology of *in situ* acquisition and time. Definitely, when compared to a morphological type of acquisition method, the use of control networks, topographical of the first level and of known points, *target*, of the second level, allowed for the control of factors like data redundancy and noise while also reducing the number and overlap of individual scans. As a result, models with data sizes in the terabyte range are produced and made available for additional upcoming digital processing tasks, such as, for instance, the automation of semantic segmentation techniques. The three-dimensional point cloud model, which is mostly utilized for two-dimensional processing and the HBIM model, is also rarely used as a direct information source, according to experience. Recently, the proposal to amend the Tender Code to bring back integrated contracts is just the start of a new and innovative stage in the supply chain that will result in a more carefully planned evaluation of the quality of data and information with regard to the entire life cycle of the work. The introduction of BIM, HBIM, and

ed eBIM e in generale digitali integrati. Ormai avviata la riorganizzazione dei processi di produzione del progetto, la filiera sembra matura per accogliere il passaggio al cantiere inteso come fase di assemblaggio e non di definizione, e scelta, progettuale.

Le motivazioni sottese ad un simile cambiamento sono note. Le opportunità, ma anche i limiti, connesse alle trasformazioni in atto sono oggetto di confronto e sperimentazione continui. Le modalità di trasformazione della filiera appaiono, tuttavia, non inedite.

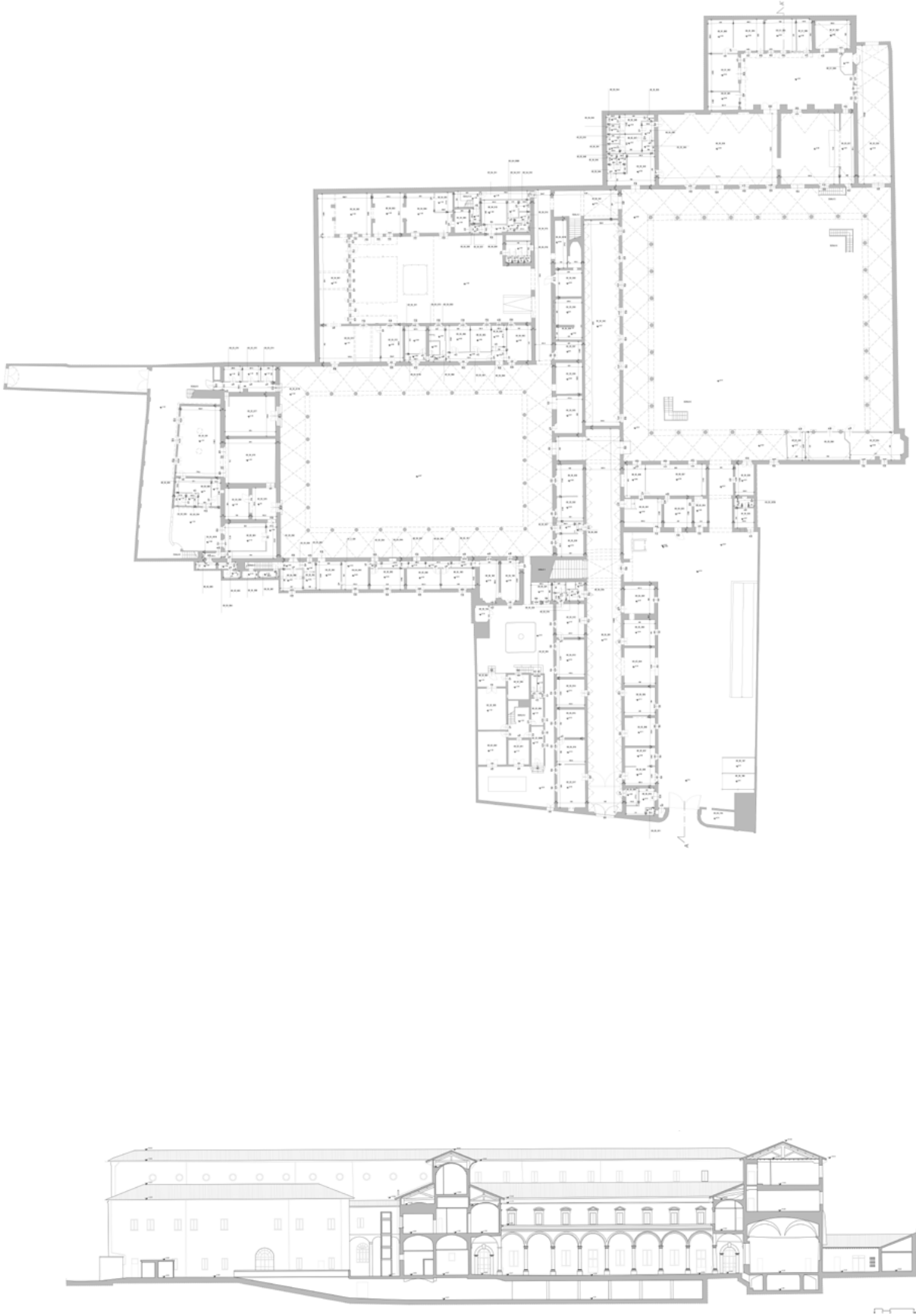
Scrivo un maturo Mies Van Der Rohe in un'intervista rilasciata prima del progetto del Seagram Building (1954-58): "[...] architecture is an historical process. I belongs to the epoch. Since I understand that I would not be for fashion architecture; [...]. And since I know we are under the influence of science and technology, I would ask myself what result comes from this question gave me the direction which I have followed. I have tried to make architecture for a technological society [...]"⁶.

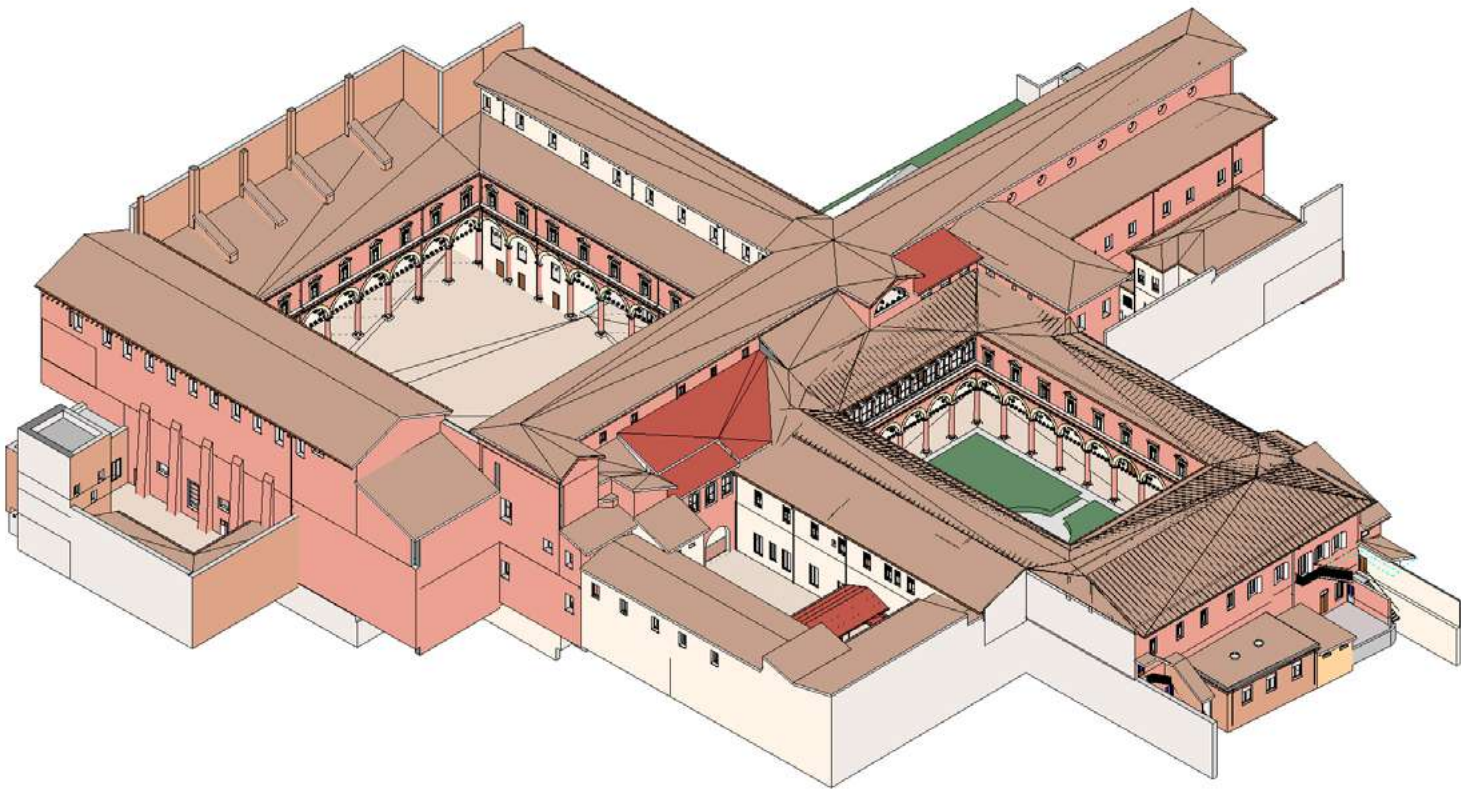
Il progetto del Seagram Building è ricordato come l'esito di una collaborazione dialettica tra il progettista ed il committente, Samuel Bronfman, sintesi degli anni di formazione, ricerca ed approfondimento teorico condotti in Europa ed espressione della capacità di coniugare poetica, *Zoning Law* e i livelli di industrializzazione più maturi del settore delle costruzioni, e del cantiere, del tempo. Il Seagram Building è conosciuto come un esempio precoce di *fast-track construction*, processo nel quale la costruzione è avviata prima che il progetto sia completato⁷.

Cinquant'anni più tardi, nel medesimo contesto geografico, Patrick MacLeamy, amministratore delegato di uno tra i più importanti studi, aziende, di progettazione di architettura e ingegneria mondiali, HOK, teorizza la "MacLeamy Curve" avviando, di fatto, la trasformazione digitale della filiera verso l'applicazione del BIM prima nel Regno Unito poi in Europa.

Anche in un contesto caratterizzato da una forte spinta all'innovazione ed all'industrializzazione l'Architettura può, forse, trovare modo di esprimersi.

eBIM tools and other broadly integrated digital tools has affected just a small portion of the work's life cycle; this is changing as the supply chain is being digitalized in the direction of more industrialisation. Since the reorganization of design manufacturing processes is underway, the supply chain appears prepared to embrace the transition to the construction site as an assembly phase rather than a phase of design definition and choice. There are several known reasons for such modifications. Ongoing comparison and research are done on the advantages and disadvantages of the changes that are taking place. However, the methods used to disrupt the supply chain don't appear to be brand-new. Upon starting work on the Seagram Building (1954-58), a senior Mies Van Der Rohe expressed the following in an interview: "[...] architecture is an historical process. I belongs to the epoch. Since I understand that I would not be for fashion architecture; [...]. And since I know we are under the influence of science and technology, I would ask myself what result comes from this question gave me the direction which I have followed. I have tried to make architecture for a technological society [...]". The design of the Seagram Building is remembered as the result of a dialectical partnership between the architect and the client, Samuel Bronfman. It is a synthesis of the years of training, research, and theoretical investigation conducted in Europe and a demonstration of the architect's ability to combine poetics, Zoning Law, and the more advanced levels of industrialization of the construction industry, and the site, at the time. The Seagram Building is regarded as a pioneering instance of fast-track construction, which begins before the project is finished. In the same geographic area over fifty years later, Patrick MacLeamy, managing director of one of the top architectural and engineering design firms in the world, HOK, developed the "MacLeamy Curve" theory, which effectively kicked off the digital transformation of the supply chain toward the adoption of BIM in the UK and later in Europe. Hopefully, architecture can discover a way to express itself even in a setting with a strong drive for industrialization and innovation.





07.

Modello HBIM, LOD D, Edificio storico in muratura, Ex Convento dei Servi, Bologna, XIV secolo | HBIM model, LOD D, Historic masonry building, Ex Convento dei Servi, Bologna, 14th century

GRUPPO DI RICERCA | RESEARCH TEAM

Marcello Balzani, responsabile scientifico
Fabiana Raco, Guido Galvani, coordinatori
Gabriele Giau
Dario Rizzi
Oreste Montinaro
Fabio Planu

NOTE | NOTES

1| Il BIM (Building Information Modeling), viene introdotto in Italia per la prima volta nel 2016, con il Nuovo Codice degli Appalti (Dlgs 50/2016). Dall'anno successivo il Decreto Baratonò definisce la progressiva obbligatorietà, dal 2019 al 2025, per opere pubbliche a complessità decrescente. Contestualmente, attraverso la norma UNI 11337 sono progressivamente introdotti gli standard internazionali stabiliti dalla ISO 19650.

2| Si vedano: Di Luggo, A. Palomba, A., Pulcrano, M., Scandurra, S. (2020). Theoretical and Methodological Implications in the Information Modelling of Architectural Heritage in Bolognesi, M. C., Santagati, C., (a cura di), Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage, DOI: 10.4018/978-1-7998-1234-0.ch002; Balzani, M., Ferrari, L. Raco, F. (2021), a cura di, eBIM: Existing Building Information Modeling per edifici esistenti, Maggioli, 2021, pp. 352.

3| Casu, P., Pisu, C., (2016). B.I.M. Application in Documenting and Recreating Lost Architectural Heritage in Amoroso, G. (a cura di), Handbook of Research on Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools, 2016, DOI: 10.4018/978-1-5225-0029-2.ch007.

4| Schilling, S. and Clemen, C. (2022). Practical examples on bim-gis integration based on semantic web triplestores, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVI-5/W1-2022, 211–216, doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-211-2022.

5| Nel periodo 2020-2021 l'autore ha collaborato al coordinamento ed esecuzione delle attività di rilievo tridimensionale integrato, eseguito da varie sorgenti di acquisizione e composizione del modello complessivo di dati, al fine della restituzione di elaborati bidimensionali e della modellazione in ambiente BIM di oltre cinquecentomila metri quadrati di edifici demaniali tra i quali si segnalano: Palazzo del Viminale, Roma; Palazzo Ducale di Sassuolo, Modena; Ex Convento dei Servi, Bologna; comparti urbani novecenteschi in muratura, Caserma D'Azeglio, Bologna e comparto urbano sottoposto a vincolo, area STA.VE.CO. Committente: CFR, Consorzio Futuro in Ricerca. L'attività è stata svolta nell'ambito dei servizi svolti dal raggruppamento: Politecnica Ingegneria e Architettura (capogruppo), Abacus Ingegneria e Architettura, CFR, Consorzio Futuro in Ricerca, TERRE Rete D'impresa, EE&D, Ing. Enrico Caimi.

6| Lambert, P. (2001). Learning a language, in Lambert, P., (a cura di), Mies in America, New York, edito da Canadian Centre for Architecture, e Whitney Museum of American Art (catalogo dell'omonima mostra itinerante svoltasi a New York, Montreal e Chicago), 2001, p. 224. Da un'intervista a Mies v.d.R. dal titolo Architecture and technology (1950).

7| Lambert, P. (2001). Mies in America, Canadian Centre for Architecture, New York : Whitney Museum of American Art, c2001, pp. 791.