

1.2023

# paesaggio urbano

URBAN DESIGN

Paesaggio Urbano - urban design

Rivista di architettura e  
urbanistica |  
Journal of architecture  
and urban planning

No 1.2023

ISSN for printing  
1120-3544

ISSN for online publishing  
2974-5969

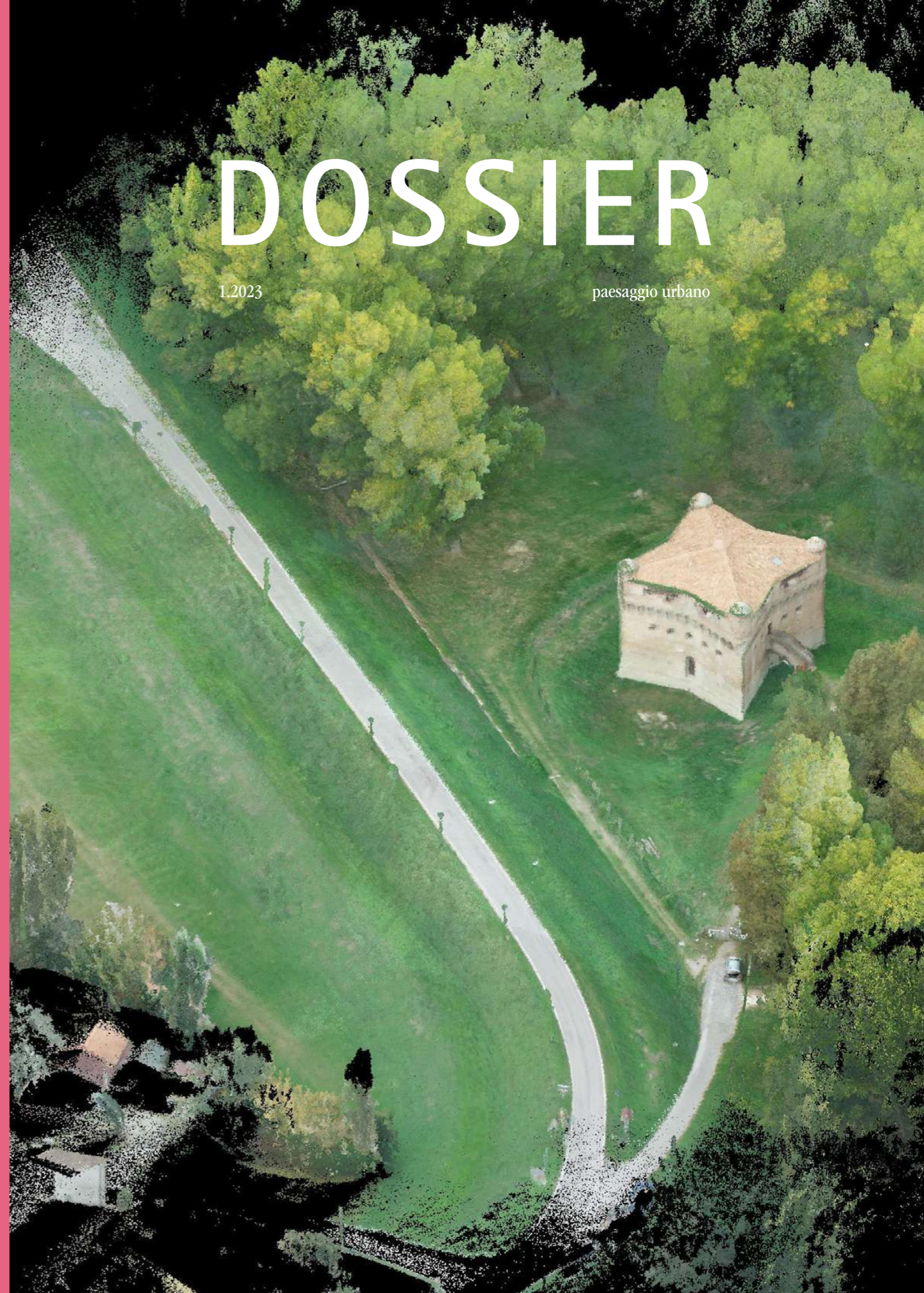
# paesaggio urbano

URBAN DESIGN

# DOSSIER

1.2023

paesaggio urbano



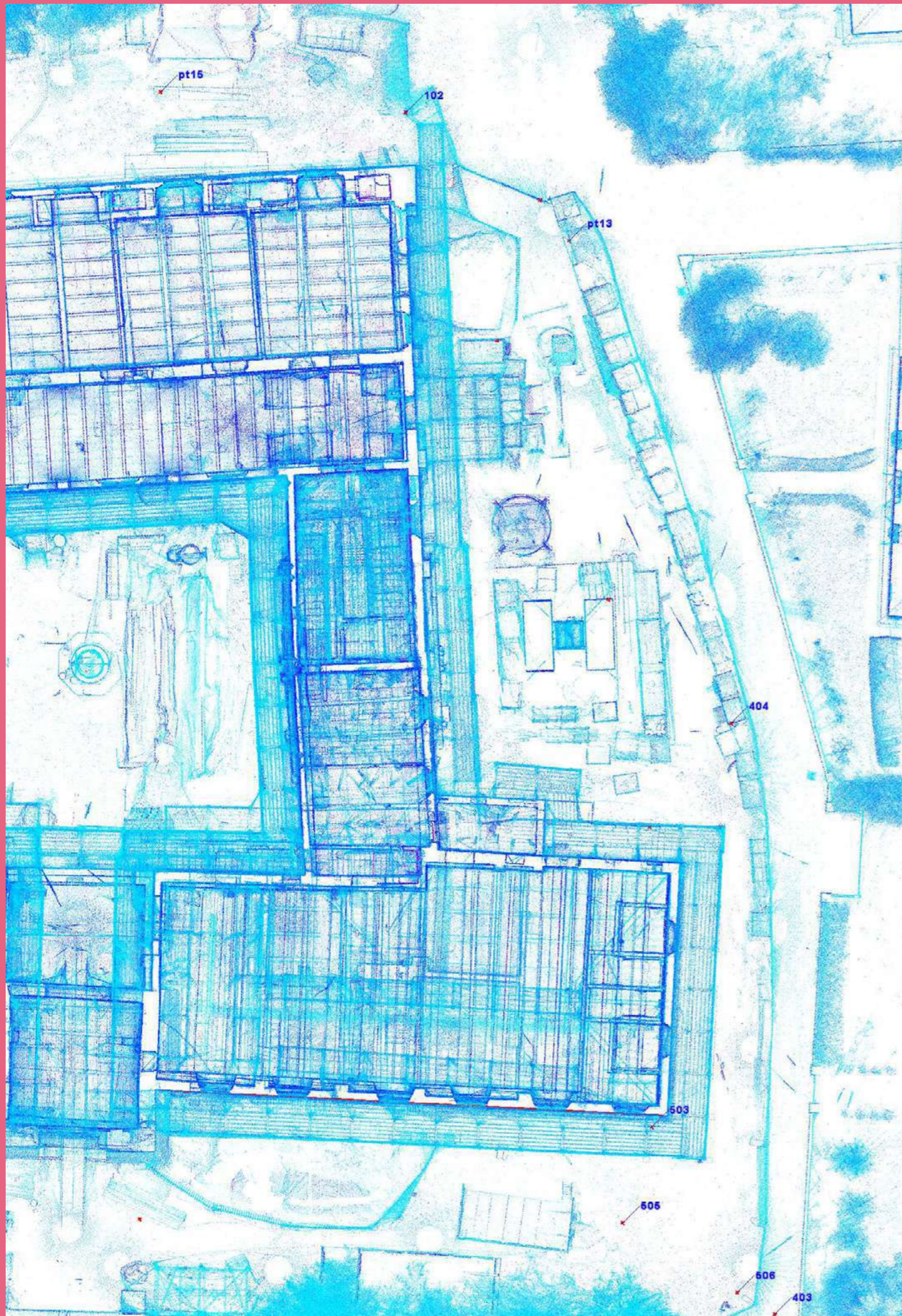
# DOSSIER

1.2023

paesaggio urbano

## Progetto Firespill *Firespill Project*

- I Il progetto FIRESPELL nell'ambito del processo di ricostruzione  
*The FIRESPELL Project in the context of the reconstruction process*
- XI La partecipazione dell'Emilia-Romagna nei programmi di cooperazione territoriale 21-27  
*The participation of Emilia-Romagna in the territorial cooperation programmes 21-27*
- XX Il progetto Firespill: cooperando per rafforzare il coordinamento trans-frontaliero della Protezione Civile e stimolare la partecipazione dei cittadini  
*The Firespill project: cooperating to reinforce civil protection coordination and stimulating citizens participation*
- XXIX Strategie, metodi e strumenti di gestione del rischio  
*Strategies, methods and governance tools for managing seismic risk*
- XLV Il contributo al progetto FIRESPELL dell'Università di Ferrara, Laboratorio TekneHub, e del Clust-ER BUILD  
*The contribution to the FIRESPELL project of the University of Ferrara, Laboratorio TekneHub, and of the Clust-ER BUILD*
- LIV Le azioni pilota: definizione, attività svolte, valorizzazione dei risultati  
*Pilot activities: definitions, activities carried out, evaluation of the results*
- LXX I rilievi di Palazzo Schifanoia, Castello Lambertini, Rocca Possente  
*Palazzo Schifanoia, Castello Lambertini, Rocca Possente integrated survey*
- LXXXVIII Un laboratorio per la sensibilizzazione del rischio  
*A risk awareness-raising workshop*



# I rilievi di Palazzo Schifanoia, Castello Lambertini, Rocca Possente

Palazzo Schifanoia, Castello Lambertini, Rocca Possente integrated survey

Guido Galvani  
Martina Suppa  
Gabriele Giaù  
Fabio Planu  
Fabiana Raco

Nell'ambito del progetto Interreg Firespill, il gruppo di ricerca del Laboratorio TekneHub -Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara -, partecipando alla Conferenza Regioni Università istituita con L.R. n.6 del 2004, ha sperimentato l'applicazione di procedure speditive di acquisizione integrata digitale 3D quale supporto alla documentazione e alla conoscenza del patrimonio culturale esposto a particolari condizioni di rischio. Tale attività è stata svolta in stretta collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Ricostruzione - Sisma 2012 - con l'obiettivo di sviluppare un flusso procedurale di acquisizione digitale speditiva. Tale procedura è stata, poi, testata sui tre casi studio pilota, selezionati dalla Regione Emilia-Romagna, appartenenti all'area del cratere emiliano del sisma 2012: Palazzo Schifanoia a Ferrara, Castello Lambertini a Poggio Renatico (FE) e la Rocca Possente di Stellata a Bondeno (FE).

Within the framework of the Interreg Firespill project, the research group of the TekneHub Laboratory -Department of Architecture of the University of Ferrara-, participating in the Regional Universities Conference established by Regional Law no. 6 of 2004, experimented with the application of expeditious procedures of integrated 3D digital acquisition as a support to the documentation and knowledge of the cultural heritage exposed to particular risk conditions. This activity was carried out closely with the Regional Agency - SISMA 2012 - to develop a quick digital acquisition procedural flow. This procedure was then tested on three pilot case studies, selected by the Emilia-Romagna Region, belonging to the area of the Emilia-Romagna crater of the 2012 earthquake: Palazzo Schifanoia in Ferrara, Castello Lambertini in Poggio Renatico (FE) and the Rocca Possente di Stellata in Bondeno (FE).

00.

Dettaglio.  
Castello Lambertini:  
planimetria con  
punti della rete  
topografica di  
appoggio |  
Detail.  
Castello Lambertini:  
plan with points  
of the supporting  
topographic  
network

## INTRODUZIONE

L'attività di ricerca svolta si colloca all'interno del Work Package 4 del progetto Interreg Firespill, e ha avuto come primario obiettivo lo sviluppo e l'applicazione di strategie progettuali di rilievo digitale 3d nell'ambito della tematica specifica inerente alla documentazione digitale del patrimonio culturale costruito esposto a particolari condizioni di rischio [Maietti et al., 2022].

Per le specifiche finalità del progetto, il coinvolgimento del gruppo di ricerca è stato quello di trasferire e condividere il proprio *know-how* in merito allo sviluppo e verifica dell'ottimizzazione delle procedure di rilievo integrato finalizzata all'acquisizione di dati 3d digitali per la realizzazione di modelli morfometrici sulla base dei quali sono stati elaborati modelli informativi HBIM, quali strumenti di gestione e monitoraggio. I rilievi integrati digitali realizzati hanno avuto, quindi, l'obiettivo di testare l'ottimizzazione delle fasi di acquisizione e processamento dei dati tenendo conto delle specifiche condizioni di rischio e di difficile accessibilità in fase di cantiere, oltre l'acquisizione di dati necessari a decodificare, classificare e analizzare gli aspetti geometrico-morfologici, i significati paesaggistico-urbani e i distinti attributi storico-architettonici che caratterizzano i tre casi studio.

La sistematizzazione del flusso procedurale ottimizzato di rilievo ha prodotto come risultati modelli morfometrici aventi un adeguato livello di *affidabilità, usabilità e efficacia* [Maietti et al., 2020] tale da garantire i livelli di conoscenza, di analisi e la possibilità di archiviazione dei dati digitali a differenti livelli di scala e di approfondimento.

Quanto sperimentato sui casi pilota del progetto Firespill ha permesso, inoltre, di delineare una matrice di categorie di valutazione del rilievo digitale, strettamente dipendenti dalle finalità dell'indagine e dai dati necessari da acquisire, sulla base delle quali si vuole sviluppare un protocollo di rilievo integrato ottimizzato per edifici esposti a situazioni di rischio naturale e/o antropico. La matrice multi-criterio e multi-scalare delle categorie di rilievo di edifici a rischio vuole essere da una parte uno strumento operativo di guida per gli operatori tecnici, dall'altra un dispositivo di validazione per gli enti responsabili della conservazione e tutela del patrimonio culturale.

Considerato infatti, il crescente interesse rivolto alle diverse tecniche e metodologie di rilievo speditivo digitale, evidenziato dall'aumento della richiesta di nuovi strumenti accessibili a un pubblico sempre più vasto ed eterogeneo, [M. Bocconcino e M. Vozzola, 2022], è necessario codificare l'utilizzo di questi strumenti tenendo conto delle finalità di documentazione e di analisi che guidano le operazioni di rilievo. La matrice, quindi, per i professionisti costituisce una struttura conoscitiva che per step, attraverso indicatori specifici, indica i requisiti di acquisizione da soddisfare per ottenere modelli morfometrici

## INTRODUCTION

The research activity was carried out as part of Work Package 4 of the Interreg Firespill project and had as its primary objective the development and application of digital 3D survey design strategies within the specific topic of digital documentation of the built cultural heritage exposed to particular risk conditions [Maietti et al., 2022].

Due to the specific aims of the project, the involvement of the research group was to transfer and share their know-how regarding the development and verification of the optimisation of integrated survey procedures aimed at the acquisition of digital 3D data for the realisation of morphometric models based on which HBIM information models were developed as gestation and monitoring tools. The integrated digital surveys carried out had, therefore, the objective of testing the optimisation of the data acquisition and processing phases, taking into account the specific conditions of risk and difficult accessibility during the construction phase, as well as the acquisition of data necessary to decode, classify and analyse the geometric-morphological aspects, the landscape-urban meanings and the distinct historical-architectural attributes that characterise the three case studies.

The systematisation of the optimised survey procedural flow has produced as results morphometric models with an adequate level of reliability, usability and effectiveness (Maietti et al., 2020) such as to guarantee levels of knowledge, analysis and the possibility of archiving digital data at different levels of scale and depth.

What has been experimented on the pilot cases of the Firespill project has also made it possible to delineate a matrix of digital survey evaluation categories, strictly dependent on the purposes of the survey and the necessary data to be acquired, based on which it is intended to develop an optimised, integrated survey protocol for buildings exposed to natural and anthropic risk situations. The multi-criteria and multi-scalar matrix of survey categories for facilities at risk is intended to be, on the one hand, a guiding operational tool for technical operators and, on the other hand, a validation device for the bodies responsible for the conservation and protection of cultural heritage.

Considering the growing interest in the various digital quick survey techniques and methodologies, highlighted by the increased demand for new tools accessible to an increasingly vast and heterogeneous public, [M. Bocconcino and M. Vozzola, 2022], it is necessary to codify the use of these tools, taking into account the documentation and analysis purposes that guide survey operations. The matrix, therefore, for professionals constitutes a cognitive structure that, by steps, through specific indicators, indicates the acquisition requirements to be met to obtain reliable, usable and effective morphometric models such as to guarantee the documentation and analysis of the asset at risk, for public administrations it becomes a verification system where through the study of specific parameters it is possible depending on the risk management phases (first aid, post-emergency, reconstruction and post-reconstruction) to assess the

*affidabili, usabili e efficaci* tali da garantire la documentazione e l'analisi del bene a rischio, per le pubbliche amministrazioni diventa un sistema di verifica dove attraverso l'analisi di specifici parametri è possibile a seconda delle fasi di gestione del rischio (primo soccorso, poste emergenza, ricostruzione e post-ricostruzione) valutare il tipo e la scala di rilievo da effettuare.

La documentazione integrata perciò, diventa uno strumento necessario per guidare la complessità del processo decisionale e, quindi, gestionale nell'ambito della conservazione, direzionando le azioni finalizzate al progetto di recupero e restauro. Infatti, l'applicazione della metodologia integrata consente di connettere e sistematizzare le molteplici relazioni intrinseche ed estrinseche dei beni culturali, riconoscendo e prioritizzando i livelli di protezione, delineando la pianificazione strategica e la puntuale erogazione delle risorse di gestione. [M. Suppa, 2022]

In questo scenario, l'introduzione del Building Information Modeling (BIM) nella sua applicazione al patrimonio storico-culturale (Heritage Building Information Modeling - HBIM), è da considerarsi come una possibile risposta alla complessità dei processi conoscitivi e decisionali che caratterizzano le azioni di gestione, documentazione e valorizzazione del patrimonio costruito. Questo obiettivo è realizzabile grazie alla possibilità di elaborare modelli parametrici implementabili nel tempo, attraverso livelli di sviluppo geometrico-informativi progressivi, e quindi, la capacità di favorire la lettura dell'architettura attraverso i suoi elementi costitutivi (Brusaporci et al., 2018). Nella rappresentazione digitale dell'edificio, ogni elemento è arricchito di contenuti informativi (Bianchini et. altri, 2021), per cui le proprietà quantitative del modello (ad esempio la geometria) sono associate a quelle qualitative (materiali, parametri prestazionali, etc.), attraverso l'associazione di campi descrittivi specifici predefiniti o personalizzati a seconda delle finalità. L'incremento del loro utilizzo, finalizzato ad un'effettiva interoperabilità a favore di progetti e interventi collaborativi integrati, con particolare riferimento alla virtualizzazione di modelli e flussi informativi, ha portato alla formulazione e condivisione di standard operativi quali la ISO 19650 e la norma UNI 11337 con riferimento all'Italia. Risulta tuttavia necessario ad oggi un ulteriore approfondimento per la definizione di procedure di modellazione geometrico-informativa HBIM finalizzate non solo al normale periodo di utilizzo dell'edificio, ma anche alla complessità che comportano i fattori di rischio sul patrimonio storico-culturale.

type and scale of the survey to be carried out.

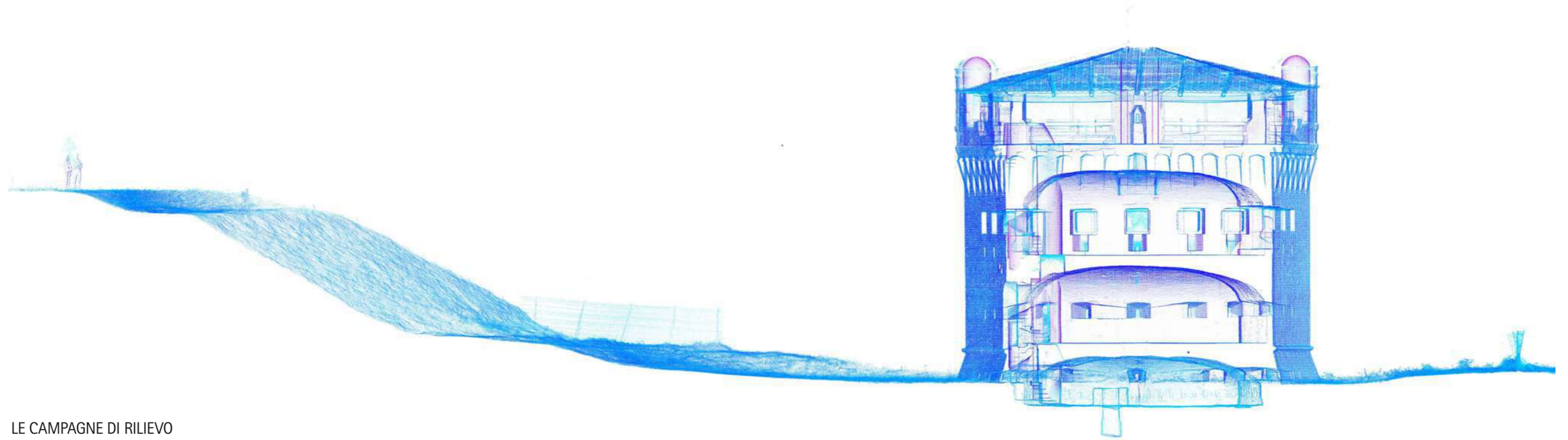
Integrated documentation, therefore, becomes a necessary tool to guide the complexity of the decision-making and, therefore, management process in the field of conservation, directing actions aimed at the recovery and restoration project. Applying the integrated methodology makes it possible to connect and systematise the multiple intrinsic and extrinsic relationships of cultural heritage, recognise and prioritise levels of protection, outline strategic planning and the timely provision of management resources. (M. Suppa, 2022).

In this scenario, the introduction of Building Information Modeling (BIM) in its application to the historical-cultural heritage (Heritage Building Information Modeling - HBIM) is to be considered as a possible answer to the complexity of the cognitive and decision-making processes that characterise the actions of management, documentation and valorisation of the built heritage. This objective is achievable thanks to the possibility of elaborating parametric models that can be implemented over time through progressive levels of geometric-informative development and, thus, the ability to favour the reading of architecture through its constituent elements (Brusaporci et al., 2018). In the digital representation of the building, each element is enriched with information content (Bianchini et al., 2021), whereby the quantitative properties of the model (e.g. geometry) are associated with the qualitative ones (materials, performance parameters, etc.), through the association of specific descriptive fields that are predefined or customised according to the purpose. The increase in their use, aimed at effective interoperability in favour of integrated collaborative projects and interventions, with particular reference to the virtualisation of models and information flows, has led to formulating and sharing of operational standards such as ISO 19650 and UNI 11337 about Italy. Today, however, a further in-depth study is needed to define HBIM geometric-informative modelling procedures aimed not only at the standard period of use of the building but also at the complexity of risk factors on the historical-cultural heritage.

01.

Rocca Possente di Stellata, nuvola di punti territoriale acquisita tramite scanner DJI Zenmuse L1 su drone DJI Matrice 300 | Rocca Possente di Stellata, territorial point cloud acquired through the DJI Zenmuse L1 scanner on DJI Matrice 300 drone.





02.

Rocca Possente di Stellata, sezione della nuvola di punti laser scanner | Rocca Possente di Stellata, section of the laser scanner point cloud

## LE CAMPAGNE DI RILIEVO

### ROCCA POSSENTE DI STELLATA

La Rocca Possente è caratterizzata da una stretta relazione tra l'edificio e l'ambiente circostante. Essa è costruita sulla sponda destra del fiume Po in una zona liminare tra il corso d'acqua e l'argine, quindi soggetta ad allagamento nei periodi di piena del fiume. Gli aspetti peculiari della sua collocazione geografico-paesaggistica fortemente esposta a fenomeni di rischio da esondazione hanno influito sulla scelta dei metodi e delle tecniche da applicare durante la campagna di rilievo, dovendo infatti garantire per il bene oggetto di studio una copertura di acquisizione su scala territoriale.

Nella campagna di rilievo della Rocca Possente, nello specifico, è stato utilizzato un dispositivo UAS Dji Matrice 300 (drone) con montato uno scanner Dji Zenmuse L1. Con una sola missione di volo della durata 8 minuti sono state acquisite 73 milioni di coordinate per rilevare una porzione di circa 5 ettari di superficie. Una scansione chilometrica di questo tipo fornisce in tempi molto brevi un modello che restituisce informazioni morfologiche con un grado di descrizione adeguato alla scala territoriale. Pertanto, tale procedura può ritenersi valida in caso di calamità per fornire una ricognizione alle amministrazioni locali e regionali.

Congiuntamente sono stati acquisiti 3 punti GPS per la georeferenziazione in coordinate WGS84. È stata realizzata una rete d'appoggio topografica con stazione totale, per consentire l'integrazione del rilievo a scala territoriale, a mezzo drone, con quello a scala architettonica, realizzato con laser scanner terrestre.

### THE SURVEY CAMPAIGNS

**ROCCA POSSENTE IN STELLATA** The Rocca Possente is characterised by a close relationship between the building and its surroundings. It is built on the right bank of the river Po in a liminal area between the watercourse and the dam, therefore subject to flooding during periods of river flooding. The peculiar aspects of its geographical and landscape location, which is strongly exposed to flood risk phenomena, influenced the choice of methods and techniques to be applied during the survey campaign since it was necessary to guarantee a territorial scale acquisition coverage for the asset under study.

The Rocca Possente survey campaign used a Dji Matrice 300 UAS device (drone) with a Dji Zenmuse L1 scanner mounted.

In a single flight mission lasting eight minutes, 73 million coordinates were acquired to survey a portion of approximately 5 hectares. A kilometre scan of this type provides a model in a short time that returns morphological information with a degree of description appropriate to the territorial scale. Therefore, this procedure can be considered valid in disasters to provide surveillance to local and regional administrations.

Three GPS points were acquired for georeferencing in WGS84 coordinates. A topographical support network with a total station was set up to allow the integration of the survey on a territorial scale, using the drone, with that on an architectural scale, carried out with a terrestrial laser scanner.

Per il rilievo Lidar degli esterni, sono stati integrati, due tipi di strumentazione laser scanner: il Leica C10, caratterizzato da una portata maggiore, e il Leica BLK360 utilizzato a fronte delle sue caratteristiche di minori dimensioni, maggiore velocità di spostamento per la messa in stazione e ridotti tempi di acquisizione. Diversamente da quanto applicato esternamente, gli spazi interni sono stati acquisiti soltanto morfologicamente (utilizzando il Leica BLK360), nell'ottica di realizzare un'acquisizione ottimizzata speditiva. Gli ambienti interni sono stati poi "cuciti" all'esterno grazie alla rete topografica registrata. Particolare attenzione è stata posta al rilievo della scala a chiocciola, unico collegamento tra i quattro livelli dell'edificio, che si presenta molto regolare, con poche variazioni delle superfici che ne delimitano il volume. L'adozione della procedura applicata per il rilievo della Rocca Possente, per il quale l'acquisizione del dato è stata realizzata mediante sovrapposizioni di scansioni adiacenti, presenta la criticità di generare un errore non facilmente controllabile in fase di registrazione, che può portare a errori angolari. Tale aspetto riconducendoci alla matrice di categoria di valutazione del rilievo di edifici a rischio può incidere sulla qualità del modello digitale 3d nella sua affidabilità, utilità e efficacia.

For the Lidar survey of the exteriors, two types of laser scanner instrumentation were integrated: the Leica C10, characterised by its more excellent range, and the Leica BLK360, which was used for its smaller size, more rapid set-up and reduced acquisition times. In contrast to what was applied externally, the interior spaces were only acquired morphologically (using the Leica BLK360) to achieve an optimised expeditious acquisition. Using the recorded topographic network, the interior spaces were then 'stitched' to the exterior. Particular attention was paid to the survey of the spiral staircase, the only link between the four levels of the building, which is very regular, with few variations in the surfaces delimiting its volume.

Adopting the procedure applied for the survey of the Rocca Possente, for which the data acquisition was carried out by superimposing adjacent scans, presents the criticality of generating an error that cannot be easily checked during the recording phase, which can lead to angular errors. This aspect leads us back to the category matrix for evaluating the survey of buildings at risk, which can affect the quality of the 3D digital model in its reliability, usefulness and effectiveness.



03.

Castello Lambertini, nuvola di punti derivata da foto modellazione. Sono ben visibili i ponteggi che circondano l'edificio | Castello Lambertini, joint cloud derived from photogrammetry. The scaffolding is clearly visible on some facades of the building

04.

Castello Lambertini: planimetria con punti della rete topografica di appoggio | Castello Lambertini: plan with points of the supporting topographic network

## ROCCA POSSENTE

<b>CONSISTENZA</b>	830 mq	3.300 mc	
<b>CAMPAGNA DI RILIEVO</b>			
<b>STRUMENTO</b>	<b>TEMPO DI RILIEVO (IN ORE)</b>	<b>N. STAZIONI</b>	<b>PUNTI ACQUISITI</b>
Antenna RTK Leica 1200 Rover	30 (minuti)	3	3
Stazione totale Leica TPS 1202	1	4	24
JAS Dji Matrice 300 con scanner Dji Zenmuse L1	scansione territoriale: 8 minuti	1 (missione di volo)	73.000.000
	scansione architettonica: 32 minuti	4 (missione di volo)	83.000.000
Laser scanner Leica C10	6	11	350.000.000
Laser scanner Leica BLK360	8	89	560.000.000
<b>PROCESSAMENTO DATI</b>			
<b>MODELLO</b>	<b>TEMPO</b>	<b>PUNTI ELABORATI</b>	
Rete di inquadramento	1	15	
Nuvola di punti laser scanner 3D aereo	1	73.000.000	
Nuvola di punti laser scanner 3D terrestre	8	720.000.000	

Dati del rilievo integrato – Rocca Possente Stellata | Integrated survey data – Rocca Possente Stellata

## CASTELLO LAMBERTINI

<b>CONSISTENZA</b>	3.550 mq	17.000 mc	
<b>CAMPAGNA DI RILIEVO</b>			
<b>STRUMENTO</b>	<b>TEMPO DI RILIEVO (IN ORE)</b>	<b>N. STAZIONI</b>	<b>PUNTI ACQUISITI</b>
Antenna RTK Leica 1200 Rover	1	20	20
Stazione totale Leica TPS 1202	1	9	21
JAS DJI mini 2	1	3 (missione di volo)	1.009
Laser scanner Leica BLK360	40	480	6.550.000.000
<b>PROCESSAMENTO DATI</b>			
<b>MODELLO</b>	<b>TEMPO</b>	<b>PUNTI ELABORATI</b>	
Rete di inquadramento	1	28	
Nuvola di punti laser scanner 3D	8	6.550.000.000	
Nuvola di punti fotomodellazione	16	4.733.000	

Dati del rilievo integrato – Castello Lambertini | Integrated survey data – Lambertini Castle



03.

## CASTELLO LAMBERTINI A POGGIO RENATICO

Il Castello Lambertini, al momento della campagna di rilievo, era in fase di cantiere. Il bene, oltre a presentare i segni del sisma 2012, evidenti nel corpo di fabbrica principale con il significativo crollo della torre, era occupato dalle strutture di ponteggi lungo le facciate e nell'area di pertinenza erano stoccati materiali e detriti. Pertanto, il rilievo è stato condotto col cantiere attivo, in presenza di operai e di mezzi al lavoro, con l'obiettivo di acquisire i dati senza intralciare, ostacolare e rallentare le lavorazioni edili in corso.

Il rilievo del Castello Lambertini, quindi, è stato realizzato in una situazione poco ottimale, sia per le fasi di acquisizione che per le condizioni di sicurezza. A fronte di queste premesse, il rilievo laser scanner dell'edificio, sia interno che esterno, è stato realizzato utilizzando il laser scanner Leica BLK360, sfruttando le caratteristiche di agile spostamento tra le diverse messe in stazione.

In integrazione al rilievo laser, è stata svolta una campagna di acquisizione fotografica utilizzando un drone con peso

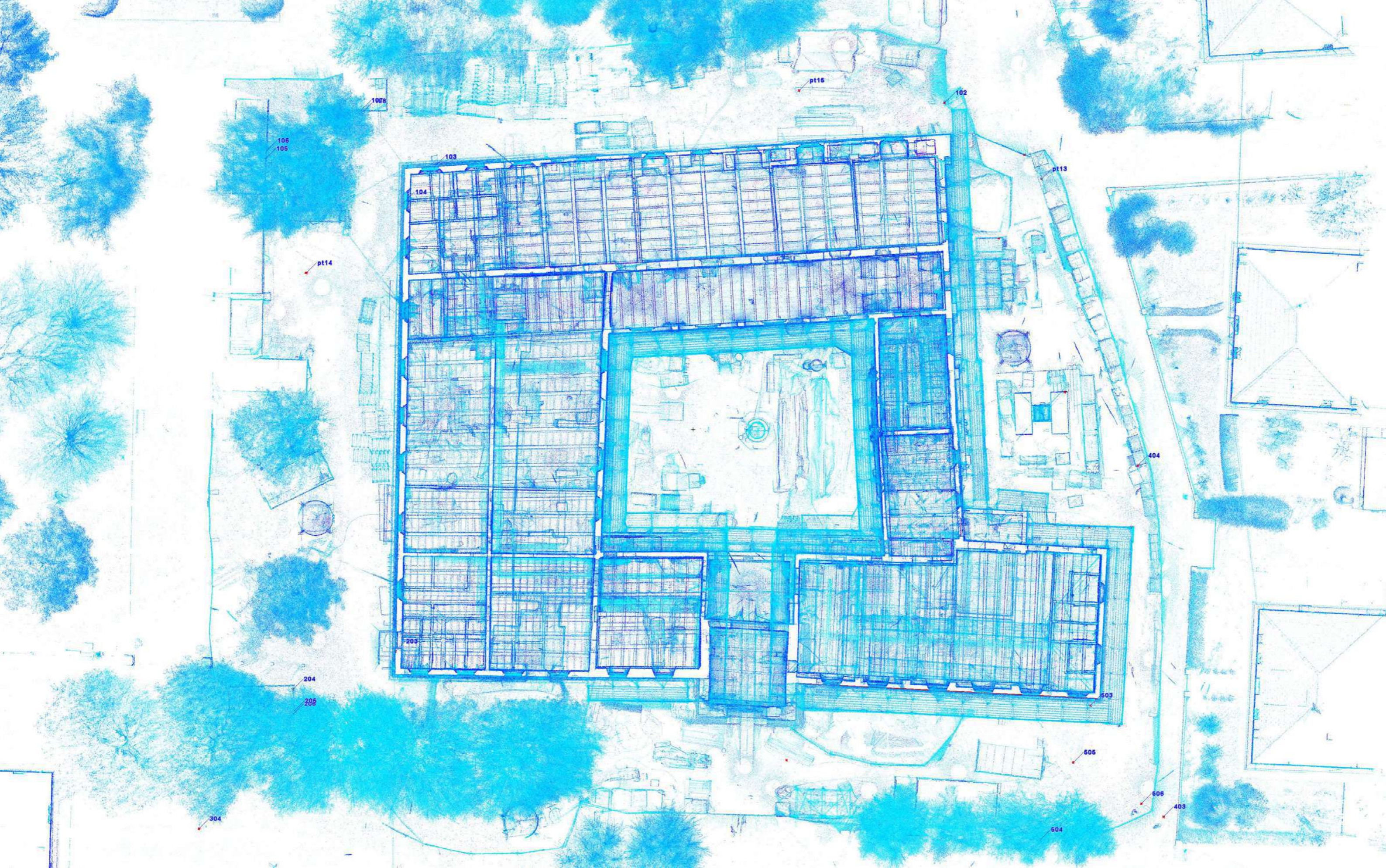
## LAMBERTINI'S CASTEL IN POGGIO RENATICO

At the time of the survey campaign, Castello Lambertini was under construction. In addition to showing signs of the 2012 earthquake, evident in the main body of the building with the significant collapse of the tower, at the time of the survey campaign, it was occupied by scaffolding structures along the façades and materials and debris were stored in the area. Therefore, the survey was conducted with the construction site activities, in preserving workers and vehicles at work, to acquire data without hindering, obstructing or slowing down the construction work in progress. Therefore, the Castello Lambertini survey was carried out in a less-than-optimal situation, both for the acquisition phases and the safety conditions, as the survey campaign was parallel to the activities of the restoration site.

Given these premises, the laser scanner survey of the building, both internal and external, was carried out using the Leica BLK360 laser scanner, taking advantage of the characteristics of agile movement between the different stations. In addition to the laser survey, a photographic acquisition campaign was carried out using a drone weighing less than 250 grams.

inferiore a 250 grammi. L'uso del drone, il cui impiego è possibile senza particolari autorizzazioni di volo in un centro abitato, ha consentito di ottenere una nuvola di punti derivata, attraverso processo fotogrammetrico. Anche in questo caso sono stati acquisiti punti GPS per la georeferenziazione del modello complessivo e realizzata una rete topografica esterna.

Using the drone, which is possible without special flight permits in a built-up area, makes obtaining a derived point cloud through a photogrammetric process possible. Also, in this case, GPS points were acquired for georeferencing the overall model and an external topographical network was created.





05.

Palazzo Schifanoia, nuvola di punti derivata da foto modellazione |  
Palazzo Schifanoia, point cloud derived from photogrammetry

#### PALAZZO SCHIFANOIA DI FERRARA

Palazzo Schifanoia è collocato nel tessuto urbano consolidato dell'addizione di Borso d'Este a Ferrara. Il Palazzo oltre a conservare un patrimonio museale di eccellente valore, rappresenta uno dei contesti storico-architettonico più importanti della città. Il bene, a partire dal nucleo trecentesco, nel suo ciclo di vita ha subito diverse modificazioni e interventi di restauro conservativo e che oggi lo restituiscono come un palinsesto stratificato.

La campagna di rilievo laser scanner terrestre è stata articolata in due fasi. Una prima acquisizione che ha interessato i fronti esterni e il nucleo interno centrale, è stata realizzata con lo scanner Leica P40, su cui è stato "cucito" il rilievo interno di dettaglio, effettuato con lo scanner Leica BLK360.

#### PALAZZO SCHIFANOIA IN FERRARA

Palazzo Schifanoia is located in the consolidated urban fabric of the Borso d'Este addition to Ferrara. In addition to preserving a museum heritage of excellent value, the Palazzo represents one of the essential historical-architectural contexts in the city. Starting from its 14th-century nucleus, the property has undergone various modifications and conservative restoration works during its life cycle, which today restore it as a stratified palimpsest.

The terrestrial laser scanner survey campaign was divided into two phases. A first acquisition, which covered the external fronts and the central internal core, was carried out with the Leica P40 scanner, on which the detailed internal survey was "stitched" and carried out with the Leica BLK360 scanner.

The roofs are surveyed with a drone photographic

#### PALAZZO SCHIFANOIA

<b>CONSISTENZA</b>	3.200 mq	14.500 mc
--------------------	----------	-----------

#### CAMPAGNA DI RILIEVO

STRUMENTO	TEMPO DI RILIEVO (IN ORE)	N. STAZIONI	PUNTI ACQUISITI
Antenna RTK Leica 1200 Rover	1	8	8
Stazione totale Leica TPS 1202	1	4	20
JAS DJI mini 2	1 30(min)	3 (missione di volo)	2.067
Laser scanner Leica P40	16	28	8.000.000.000
Laser scanner Leica BLK360	48	310	6.000.000.000
Fotocamera digitale	16	2700 (fotogrammi)	100.000.000

Dati del rilievo integrato - Palazzo Schifanoia | Integrated survey data - Palazzo Schifanoia

Le coperture sono rilevate con una campagna fotografica a mezzo drone. La stessa procedura è stata utilizzata per l'acquisizione integrata dei prospetti. I dati acquisiti sono stati registrati sul sistema di coordinate dell'acquisizione laser scanner e successivamente sono stati elaborati per ottenere una nuvola di punti con informazioni colorimetriche in grado di descrivere la consistenza materica del fabbricato. Nell'ottica di documentare i significati metrico-formali e storico-culturali della grammatica stratigrafica del palazzo la campagna di rilievo è stata condotta, per gli ambienti interni di maggior pregio, utilizzando processi di foto modellazione acquisendo i dati immagine tramite camera full frame terrestre, ove necessario montata su asta per raggiungere punti di presa in quota, con punti di appoggio appartenenti alla rete topografica generale (target). Sono state così acquisite porzioni di superfici principalmente affrescate, al fine di conseguire valori metrici e dati colore a compensazione e completamento del modello complessivo sorgente a nuvola di punti.

#### DAL RILIEVO INTEGRATO ALLA MODELLAZIONE HBIM PER LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE INTEGRATA DEL PATRIMONIO A RISCHIO

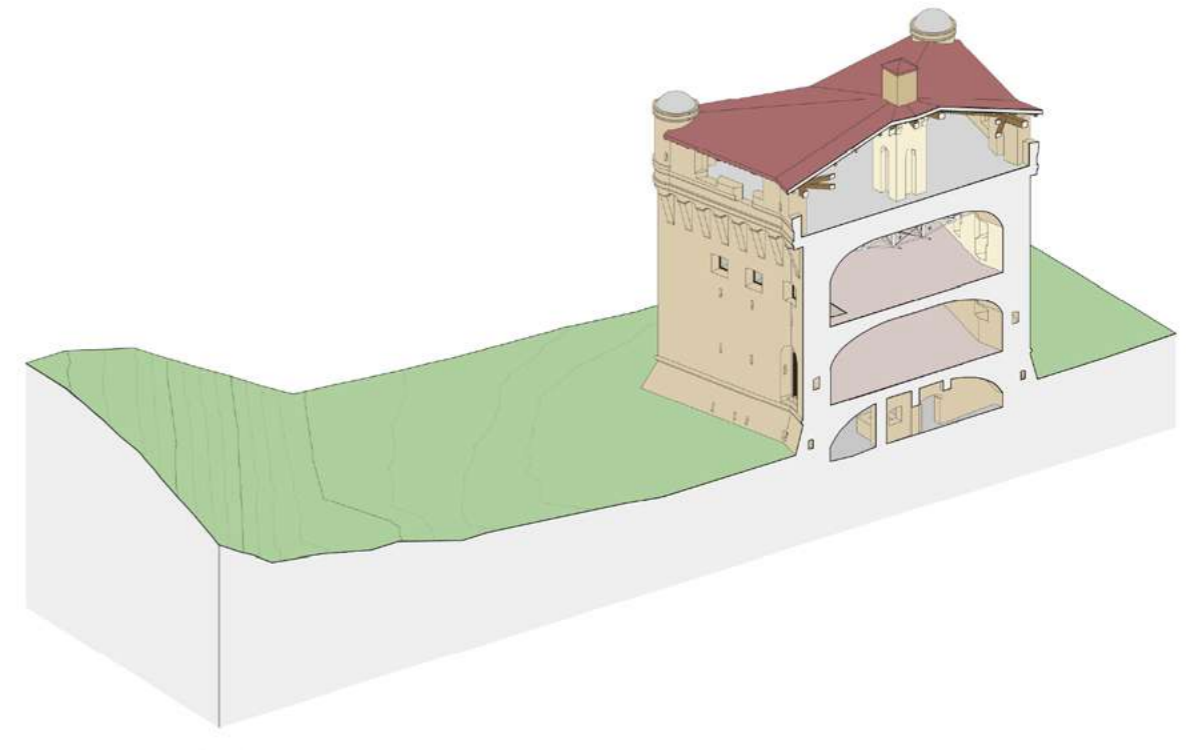
Per quanto concerne i modelli HBIM la recente letteratura e sperimentazione si sta orientando dal "modello" verso la "modellazione", non riferendosi più al semplice output, ma all'insieme di decisioni e azioni che guidano il processo di costruzione e di definizione del contenuto informativo di tutti gli elementi digitali che compongono, insieme, l'oggetto finale [Bianchini et. altri, 2018]. La segmentazione semantica, intesa come il processo di identificazione e generazione di oggetti digitali HBIM [Grussenmeyer et al., 2008], richiede quindi un livello di attenzione e precisione accurato affinché in un modello tridimensionale ogni componente possa essere interrogato.

In questo contesto, i rilievi tridimensionali e gli sviluppi in ambito scan-to-BIM hanno consentito di avere modelli HBIM di scenari complessi sempre più accurati, caratterizzati da precisione spaziale e controllo metrico elevato. Alla progressiva digitalizzazione semantica e rappresentazione con alti livelli di dettaglio (LOD), relativo ai parametri standard internazionali, caratterizzati dal LOG (dettaglio grafico degli oggetti digitali) e LOI (livelli di informazione che l'oggetto virtualizzato è in grado di comunicare), è necessario un livello di affidabilità (LOR). Quest'ultimo rappresenta un parametro numerico volto a valutare la coerenza del flusso di lavoro che guida la generazione di oggetti digitali in un modello HBIM. Il presente contributo illustra le procedure scan-to-BIM sul caso pilota della Rocca Possente a Stellata. A partire dalla nuvola di punti sono state modellate le geometrie morfologiche della Rocca con il software di authoring

campaign. The same procedure was used for the integrated acquisition of the elevations. The surveyed data was recorded on the coordinate system of the laser scanner acquisition and subsequently processed to obtain a point cloud with colourimetric information able to describe the material consistency of the building.

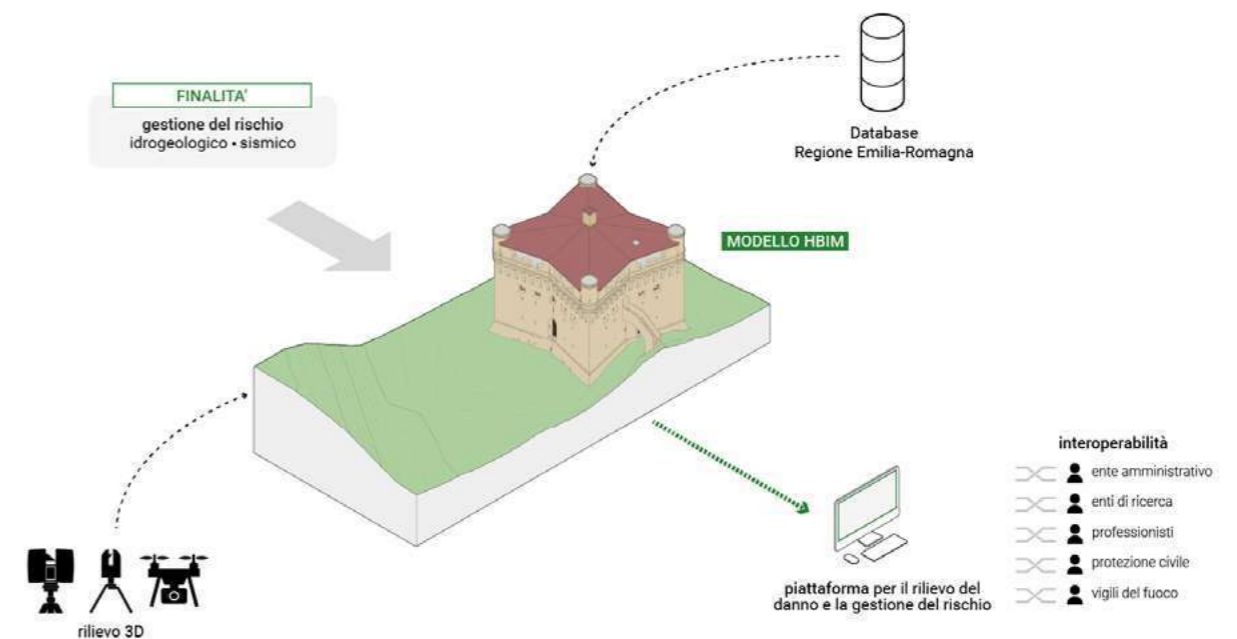
The survey campaign was conducted, for the most valuable interiors, using photo modelling processes by acquiring the image data using a full frame terrestrial camera, where necessary, mounted on a pole to reach points of elevation, with support points belonging to the general topographic network (target) to document the metric-formal and historical-cultural significance of the building's stratigraphic grammar. Portions of mainly frescoed surfaces were thus acquired to obtain metric values and colour data to compensate for and complete the overall point cloud source model.

BETWEEN INTEGRATED SURVEY AND HBIM MODELLING FOR INTEGRATED DIGITAL RISK HERITAGE DOCUMENTATION As far as HBIM models are concerned, recent literature and experimentation are moving away from 'modelling' towards 'modelling', no longer referring to the simple output but to the set of decisions and actions that guide the process of constructing and defining the information content of all the digital elements that together make up the final object (Bianchini et. others, 2018). Semantic segmentation is the process of identifying and generating HBIM digital objects (Grussenmeyer et al., 2008). Therefore, requires an accurate level of attention and precision so that each component can be interrogated in a three-dimensional model. In this context, three-dimensional surveys and developments in scan-to-BIM have enabled increasingly accurate HBIM models of complex scenarios, characterised by spatial accuracy and high metric control. To the progressive semantic digitisation and representation with high levels of detail (LOD), relative to international standard parameters, characterised by LOG (graphic detail of digital objects) and LOI (levels of information that the virtualised thing can communicate), a level of reliability (LOR) is required. The latter represents a numerical parameter designed to assess the consistency of the workflow that guides the generation of digital objects in an HBIM model. This contribution illustrates the scan-to-BIM procedures on the pilot case of Rocca Possente in Stellata. Starting from the point cloud, the morphological geometries of the Rocca were modelled with the authoring software "Revit". Information implementation levels were then defined, aimed at thematically populating the geometric data according to the conditions of use. As part of the project, the digital documentation of the Rock was intended for



06.

Rocca Possente di Stellata, spaccato assonometrico del modello HBIM | Rocca Possente di Stellata, axonometric cross-section of the HBIM model



07.

Integrazione di dati geometrici ed informativi nel modello HBIM per il rilievo del danno e la gestione del rischio | Geometric and informative data's integration into the HBIM model for damage detection and risk management

"Revit". Sono, quindi, stati definiti i livelli di implementazione informativa rivolti al popolamento tematico del dato geometrico in funzione delle condizioni d'uso. Nell'ambito del progetto, la documentazione digitale della Rocca è stata destinata alla fase d'uso inerente alla gestione del rischio, con un approccio morfologico quantitativo correlato alle tempistiche ristrette che caratterizzano le condizioni di esecuzione nella fase di emergenza. La scalabilità dei sistemi HBIM ha aperto all'opportunità di sviluppo di scenari di supporto alla complessità dei processi conoscitivi e decisionali [Raco, 2022] che caratterizzano azioni di tutela, conservazione, restauro e monitoraggio nell'intero ciclo di vita dell'edificio. Il modello HBIM acquisisce di conseguenza un ruolo strategico quale strumento per monitorare e programmare azioni di gestione proattiva. Il risultato è disporre di un database relazionale geometrico-informativo centralizzato, consultabile e implementabile in maniera decentralizzata dai differenti stakeholder.

Attraverso una struttura gerarchica delle informazioni ed un'ontologia condivisa, il database raccoglie e integra dati, strutturati e non, relativi alla forma, caratterizzazione materica, dimensione, ubicazione, orientamento, ostacoli di accessibilità, carte di rischio e collegamenti con database web GIS della Regione Emilia-Romagna.

Al fine dell'interoperabilità e dell'interpretazione delle informazioni da parte di tutti gli stakeholder, per i casi pilota del progetto Firespill è stata proposta l'implementazione del modello parametrico, in una piattaforma collaborativa open standard BIM based per il rilievo del danno e la gestione del rischio. Un unico contenitore convergente fruibile tramite un browser web, in cui la visualizzazione e la rappresentazione digitale dei dati sia navigabile ed interrogabile dai differenti stakeholder direttamente dal modello tridimensionale. Oltre a consentire l'accesso a tutti gli attributi geometrico-informativi per le azioni di prevenzione del rischio, tutela e monitoraggio, attraverso l'integrazione del modello con tecnologie all'avanguardia quali virtual reality (VR), augmented reality (AR) e mixed reality (MR), si prevede che in futuri sviluppi si possano simulare le condizioni di rischio del patrimonio, definendo preventivamente le strategie da adottare in caso di emergenza per addestrare e coordinare le squadre di soccorso. Il solo standard IFC, base effettiva per lo sviluppo di ambienti digitali integrati, non risulta adeguato a tipologie complesse del patrimonio culturale, ne è di esempio il modello della Rocca Possente. È pertanto necessario definire la procedura di coerenza della qualità del dato geometrico e lo schema degli attributi informativi, anche alle differenti tipologie e finalità nelle differenti fasi, per garantire l'effettiva affidabilità e usabilità dei modelli HBIM.

the use phase inherent to risk management, with a quantitative morphological approach correlated to the tight timeframe that characterises the execution conditions in the emergency phase. The scalability of HBIM systems has opened up the opportunity to develop scenarios to support the complexity of cognitive and decision-making processes (Raco, 2022) that characterise protection, conservation, restoration and monitoring actions throughout the building's life cycle. The HBIM model consequently acquires a strategic role as a tool for monitoring and planning proactive management actions. The result is a centralised geometric-information relational database that the different stakeholders can consult and implement in a decentralised manner. Through a hierarchical structure of information and a shared ontology, the database collects and integrates data, structured and unstructured, related to the shape, material characterisation, size, location, orientation, accessibility obstacles, risk maps and links with web GIS databases of the Emilia-Romagna Region.

For interoperability and interpretation of information by all stakeholders, the parametric model was proposed for the pilot cases of the Firespill project in an open standard BIM-based collaborative platform for damage survey and risk management. A single converging container usable via a web browser, in which the visualisation and digital representation of the data can be navigated and interrogated by the different stakeholders directly from the three-dimensional model. In addition to allowing access to all geometric-informative attributes for risk prevention, protection and monitoring actions, through the integration of the model with cutting-edge technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR), it is envisaged that in future developments it will be possible to simulate the risk conditions of the heritage assets, defining in advance the strategies to be adopted in the event of an emergency to train and coordinate rescue teams. The IFC standard alone, the fundamental basis for the development of integrated digital environments, needs to be adequate for complex types of cultural heritage, the model of the Rocca Possente being an example. It is, therefore, necessary to define the procedure of consistency of the quality of the geometric data and the scheme of information attributes, also for the different typologies and purposes in the various phases to guarantee the adequate reliability and usability of HBIM models.

---

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI | BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Banfi, F., Roascio, S., Paolillo, F.R., Previtali, M., Roncoroni, F., Stanga, C. (2022). Diachronic and Synchronic Analysis for Knowledge Creation: Architectural Representation Geared to XR Building Archaeology (Claudius-Anio Novus Aqueduct in Tor Fiscale, the Appia Antica Archaeological Park). In *Energies*, 15, 4598, pp. 1-37. <https://doi.org/10.3390/en15134598>
- Bianchini, C., Attenu, M., Potestà, G. (2021). Regenerative Design Tools for the Existing City: HBIM Potentials. In *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, pp. 23-43. DOI: 10.1007/978-3-030-71819-0\_2.
- Bianchini, C., Nicastro, S. (2018). The definition of the Level of Reliability: a contribution to the transparency of Historical-BIM processes. In *Dn. Building information modeling, data & semantics*, 2, pp. 46-59. <http://www.dienne.org/>
- Brusaporci, S., Maiezza, P., Tata, A. (2018). A framework for architectural heritage HBIM semantization and development. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, pp. 179-184. <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-179-2018>>
- M.Bocconcino, Maurizio, M.Vozzola, Strumenti e procedure per il rilievo metrico speditivo di fronti urbani: informazioni, misure e disegni di massima come ausilio alle abilità artigianali. In volume *Atti del Convegno UID 2022*, Genova. In corso di pubblicazione.
- Dallas, M., MA (Cantab), MICE, FIVM. (2006). Value and risk management: a guide to best practice, Oxford, United Kingdom, Blackwell Publishing.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137, Italia, 2004" <<https://whc.unesco.org/document/155711>> (consultato il 27 febbraio 2023)
- Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtli, T., Ringle, K. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII, B5. Beijing, pp. 213-218.
- F. Maietti, R. Di Giulio, M. Medici, F. Ferrari, A.E.Ziri, B. Turillazzi and P. Bonsma, Documentation, Processing, and Representation of Architectural Heritage Through 3D Semantic Modelling: The INCEPTION Project. In *Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage*, 2020, IGI Global, Engineering Science Reference, 2020, pp. 202-238, ISBN-10 : 1799812359; ISBN-13 : 978-1799812357.
- F.Maietti, F. Planu, F.Raco, G.Giau, M. Suppa, Progettazione strategica integrata per la gestione dei rischi e la salvaguardia del patrimonio esistente. Il progetto Firespill, - In *Paesaggio Urbano*, Maggioli, 3/2022 pp 9-25.
- M.Suppa, Optimisation of survey procedures and application of integrated digital tools for seismic risk mitigation of cultural heritage-The Emilia-Romagna damaged theatres. XXXIV; IDAUP; Phd Thesis, 2022, Ferrara, iris.unife.it.
- Raco, F. (2022). Strumenti per trasferire innovazione e conoscenza. La documentazione digitale integrate del patrimonio costruito pubblico. In *Paesaggio Urbano*, Maggioli, 3/2022, pp. 202-215.