

Restauro degli edifici storici

Come possono le più innovative tecnologie digitali aiutare a restaurare e ricostruire gli edifici storici

L'applicazione dell'HBIM nel processo di restauro di edifici storici: il caso studio di Villa Matarazzo, prestigioso sito FAI sul Miglio d'Oro, ai confini tra Ercolano e Torre del Greco

In questi ultimi anni stiamo assistendo ad una rapida e consolidata diffusione del BIM (Building Information Modeling), metodologia operativa che nasce per gestire i processi di programmazione, progettazione, realizzazione e manutenzione di una costruzione attraverso un modello informativo che contiene tutte le informazioni che riguardano il suo intero ciclo di vita, dal progetto, alla costruzione, fino alla sua demolizione e dismissione.

La rappresentazione digitale di un modello ottenuta con il BIM è dinamica, perché si evolve durante la sua stessa elaborazione; interattiva, poiché si può modificare nel corso dello sviluppo delle operazioni e in relazione all'accumulo di informazioni e della conoscenza dell'edificio; parametrica, poiché descrive un processo per cui un elemento è modificato automaticamente nel momento in cui diventa adiacente, o viene assemblato a un altro elemento per mantenere un determinato rapporto dimensionale con esso.

Ancora, il BIM è uno strumento unitario in grado di 'raccontare' la storia di un edificio attraverso il contributo di dati geometrici, informazioni storiche e materiche.

Nel tempo si è compreso come questa tipologia di approccio ben si presta ad essere applicata anche agli edifici storici ed esistenti; e si è iniziato a parlare di HBIM, ossia Heritage o Historical Building Information Modeling.



L'[HBIM indica un nuovo modo di modellare gli organismi edilizi esistenti utilizzando il processo BIM](#), al fine di generare modelli intelligenti che possono contenere e gestire grandi quantità di informazioni. Questi modelli recano informazioni sull'edificio, sulle sue componenti e su tutte le sue caratteristiche, che possono essere aggiornate, sostituite e implementate nel tempo. Oltre alla modellazione, l'HBIM consente di condurre in modo dettagliato e completo le analisi sullo stato di fatto: rilievo materico, individuazione dei fenomeni di degrado, ecc.

Quindi non soltanto un modello 3D accurato, ma un database che contiene una grande quantità di dati riguardanti gli aspetti storici, strutturali e relativi al degrado, in modo coerente e facilmente consultabile, nella prospettiva auspicata da molti di una sempre maggiore interoperabilità tra i diversi professionisti coinvolti nei processi di tutela e restauro oltre che tra gli strumenti che essi usano nel loro lavoro progettuale e realizzativo.

Lo sviluppo di un modello HBIM consiste nell'indagine dell'esistente attraverso il rilevamento ottenibile con diversi strumenti, quali la "nuvola di punti" o il rilievo fotogrammetrico, e attraverso la raccolta di documentazione relativa all'edificio fino ad arrivare alla creazione di oggetti parametrici ricchi di informazioni che rappresentano gli elementi architettonici.

Il modello che viene generato è di fatto un database carico di informazioni che ne descrivono i materiali, lo stato di conservazione, le fasi di trasformazione dell'edificio.

Workflow del progetto HBIM

Generare il modello 3D BIM di un edificio storico consente di avere tutti i benefici del BIM sul progetto di restauro. In maniera sintetica possiamo individuare 4 fasi del workflow HBIM:

1. studio dell'edificio storico, ossia l'analisi di tutta la documentazione relativa all'edificio stesso;
2. realizzazione di un rilievo metrico finalizzato alla modellazione dell'edificio, eseguibile in modalità tradizionale o preferibilmente con laser scanner, unito all'elaborazione digitale di fotografie;
3. creazione di un modello mediante l'utilizzo di un software di BIM authoring come ad esempio Edificius;
4. gestione delle informazioni.

Nel dettaglio, le principali fasi da seguire per lo [sviluppo del modello 3D](#) e il progetto di restauro di un edificio storico con la metodologia HBIM sono:

- strutturazione dell'ACDat (ambiente di condivisione dei dati)
- raccolta dati, elaborati e documentazione storica
- gestione e condivisione della documentazione raccolta su piattaforme collaborative
- rilievo fotografico e fotoraddrizzamento
- rilievo geometrico condotto con il supporto di diverse tecnologie (da quelle più tradizionali come rulline, livelle e squadri; a quelle più avanzate come laser scanner, stazione totale, rilievo fotogrammetrico, ecc.)
- rilievo materico
- modellazione 3D dello stato di fatto con BIM Authoring
- condivisione del modello su piattaforme collaborative
- studio del layout funzionale dello stato di fatto
- analisi del degrado direttamente in ambiente HBIM
- analisi stratigrafica e sulle fasi di costruzione dell'opera in ambiente HBIM
- studio del quadro fessurativo e dei cinatismi in atto

- progetto delle indagini e delle prove da svolgere
- individuazione degli interventi di progetto
- integrazione con software BIM di progettazione strutturale e impiantistica
- modellazione 3D del progetto
- verifica del progetto in Real Time o realtà virtuale (VRi)
- computo metrico automatico dal modello 3D
- elaborazione grafici e tavole esecutive.

Rilievo, modellazione HBIM e interventi su edifici storici: Villa Matarazzo a Ercolano

Analizzeremo ora le conseguenze dell'uso della modellazione digitale in un intervento di recupero edilizio che interessa un edificio di pregio storico, valutando in concreto strumenti e risultati reali.

Il lavoro di digitalizzazione e analisi condotto su Villa Matarazzo ad Ercolano è frutto delle ricerche che il DIARC, Dipartimento di architettura dell'Università di Napoli Federico II, porta avanti in collaborazione con ACCA software. In particolare questo contributo riguarda il **rilievo e la modellazione in ambiente BIM** di un manufatto di particolare interesse storico e architettonico: Villa Matarazzo a Ercolano (NA).

Denominazione:
VILLA MATARAZZO

Ubicazione:
CORSO RESINA 394
ERCOLANO (NA)

Proprietà:
REGIONE CAMPANIA

Destinazione d'uso:

- DEPENDANCE: Polizia di Stato
- CASA COLONICA CON FONDO AGRICOLO: Locato ad uso agricolo
- VILLA E AREE DI GIARDINO ORNAMENTALE: In disuso



Un lavoro che di fatto intende sperimentare ulteriormente la possibilità di una modellazione informativa del costruito storico e che ha poi come obiettivo quello di sistematizzare, di ottimizzare la gestione del dato informativo dei manufatti di particolare pregio architettonico. Vista l'eterogeneità e la vastità dei dati rinvenibili nelle architetture storiche occorre gestire tutti i dati (di tipo materico, metrico e documentale) attraverso un unico sistema e un'unica [piattaforma in cloud](#).

Oltre alla modellazione in sé per sé, infatti, in questo contributo parleremo di un ulteriore sperimentazione che riguarda proprio la **modellazione del degrado e dello stato di conservazione** dell'edificio in questione, con la **lettura semantica delle diverse parti che compongono il manufatto** e attraverso un approfondimento legato alla **mappatura in sistemi dello stato di conservazione**.

Introduzione al tema

Villa Matarazzo si inserisce all'interno del sistema delle **ville vesuviane del Miglio d'Oro**. Si differenzia dai casi limitrofi perché è stata realizzata in tempi successivi rispetto alla grande edificazione delle ville settecentesche sul Miglio d'Oro.



In effetti, la villa nasce da un progetto degli inizi dell'ottocento, come testimoniano anche le cartografie storiche dei primi di quegli anni.

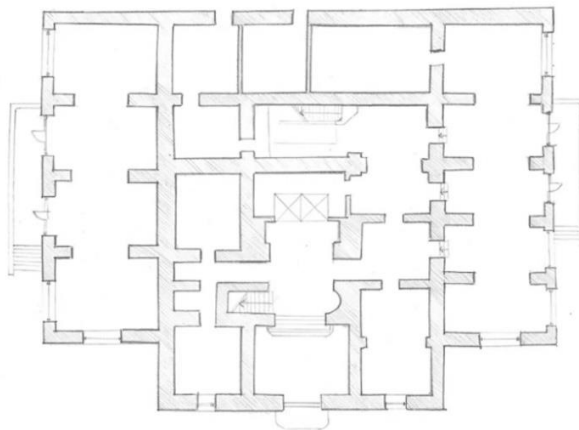
Nasce sul progetto di Nicola Breglio come Villa Calcagno, poi acquistata dai conti Matarazzo e successivamente dai Quintieri. In seguito, sarebbe stata donata all'istituto Colosimo per ciechi e soltanto in tempi recenti, verso la fine del novecento, riacquisita dalla regione Campania che attualmente ne detiene la proprietà.

Attualmente la villa non è utilizzata e questo chiaramente ha favorito la possibilità di poter indagare a pieno la conformazione dei diversi spazi e di rilevarne gli interni e gli esterni in modo approfondito.

La villa si inserisce all'interno di un ampio spazio verde, comprendente un ampio fondo agricolo e un giardino ornamentale. L'accesso alla proprietà è segnato da due torrette e da un lungo viale che porta al manufatto.



I caratteri linguistici e architettonici del manufatto sono tipici dell'architettura ottocentesca, con un carattere vagamente eclettico. Si distingue per la merlatura che corona la parte terminale dell'edificio e dal trattamento dell'intonaco con differenti cromatismi che evidenziano i ricorsi orizzontali. L'impianto della villa è regolare e comprende un blocco centrale con una scala d'ingresso in asse con l'ingresso stesso. Negli anni '40 questo blocco ha subito delle trasformazioni e sono stati annessi ulteriori volumi lungo i tre lati.



Il rilievo

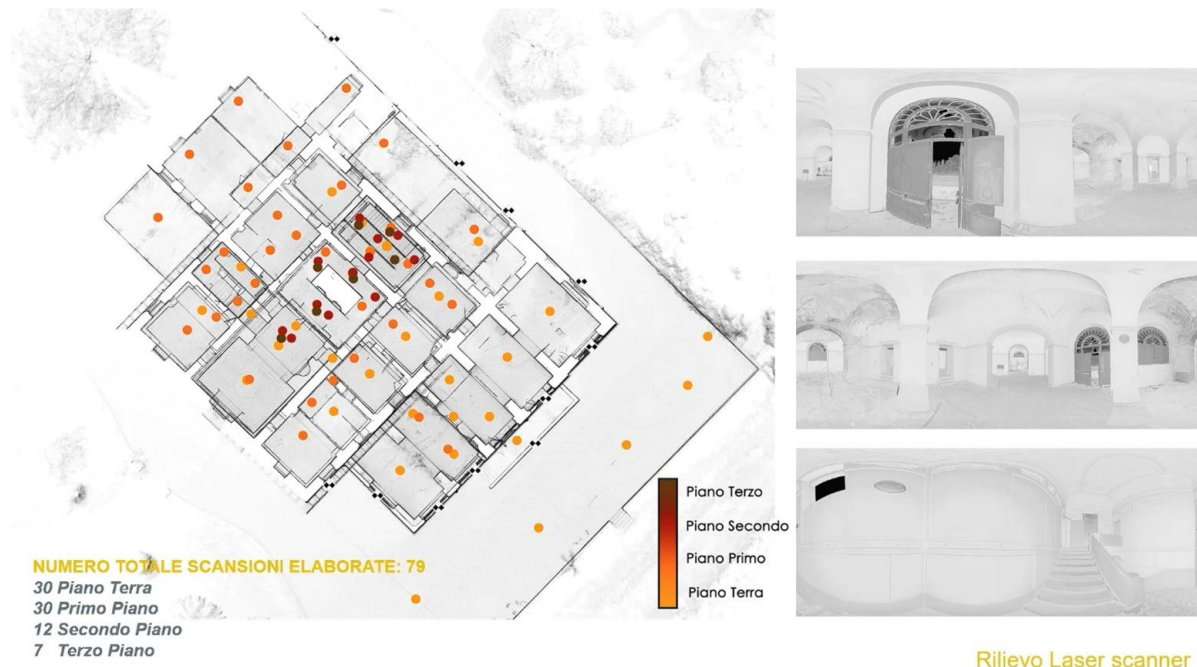
La seconda parte della ricerca riguarda un focus sulle tecnologie digitali per l'**acquisizione dei dati morfometrici** impiegati per effettuare i rilievi architettonici di Villa Matarazzo.

Nell'ottica di ottimizzare i tempi di acquisizione e al fine di ottenere un modello quanto più possibile completo, sono state integrate diverse strumentazioni riconducibili sia a **sensori attivi** (per l'acquisizione di alcune parti dell'esterno ma maggiormente per documentare e acquisire i dati morfometrici dei quattro livelli su cui si articola la villa) che **passivi**.

Nel caso specifico dei sensori attivi, sono stati impiegati due laser scanner i cui dati sono stati integrati con rilievi fotogrammetrici condotti sia con fotogrammetrici aerei che terrestri.

Per quanto riguarda il primo caso, i due laser scanner hanno consentito una parziale documentazione dei fronti esterni e una totale documentazione delle spazialità interne.

In totale sono state eseguite **79 scansioni** che sono state poi processate da un apposito software al fine di ottenere una nuvola di punti.



Questa nuvola di punti è stata poi integrata con i dati derivanti da rilievi fotogrammetrici aerei. E' stato condotto un volo con il drone nell'ambito del quale sono stati acquisiti dei set fotografici e processate 1294 fotografie che hanno consentito la realizzazione della nuvola dei punti rappresentativa della configurazione architettonica dell'esterno.

Alla realizzazione di queste due nuvole di punti si è aggiunta anche l'esperienza di rilievo eseguita mediante rilievo fotogrammetrico terrestre che ha interessato l'acquisizione metrica e colorimetrica dei due torrioni che segnano l'accesso alla proprietà.

Le 3 nuvole sono state unificate in un unico sistema di riferimento comune al fine di ottenere una documentazione integrale della villa, con il supporto di usBIM.federation.

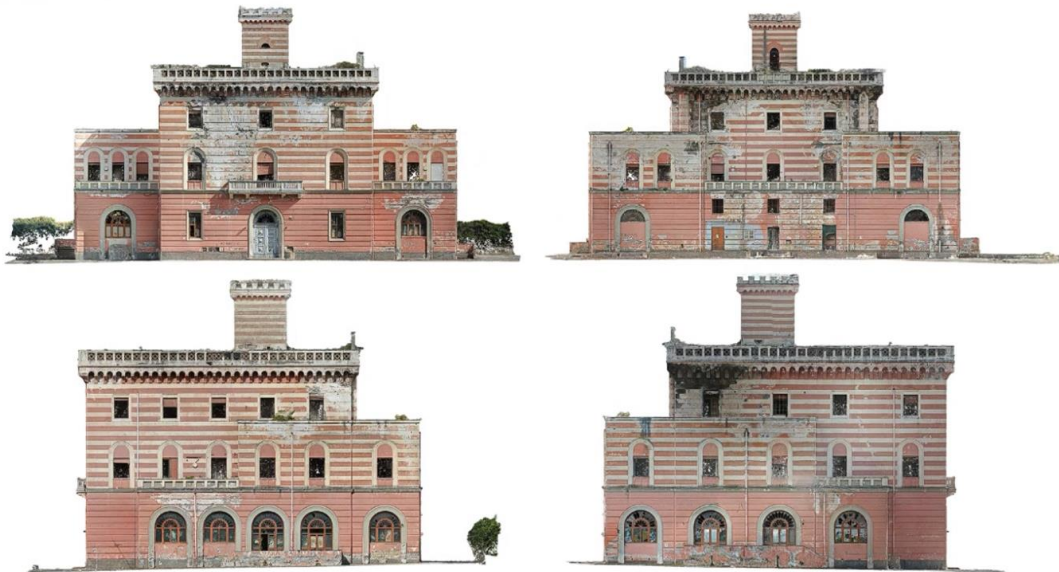
Unione delle nuvole di punti ottenute da
fotogrammetria e da laser scanner



Merging

Direttamente dal browser di [usBIM](#), direttamente dalla nuvola di punti è stato possibile estrarre viste ortografiche sia in pianta che in sezione, al fine di documentare l'articolazione dei diversi ambienti e di evidenziare le caratteristiche peculiari del caso studio.

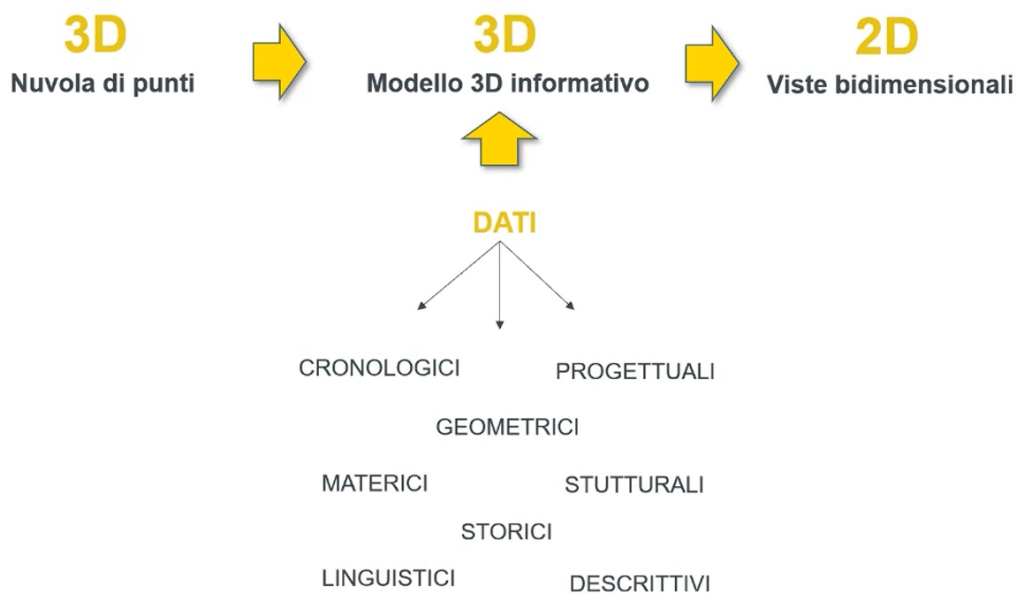
Viste ortografiche dei prospetti



Digitalizzazione e gestione delle informazioni

L'ultima parte del lavoro si riferisce alla **rappresentazione BIM** di tutti i dati che sono stati raccolti. Dalla nuvola di punti tridimensionale, grazie al software [Edificius](#), è stato realizzato il modello 3D informativo. I dati messi a sistema in un modello HBIM sono chiaramente diversi da quelli che generalmente vengono trattati per l'architettura contemporanea. Infatti, devono tener conto anche di tutti i valori storici e artistici del manufatto e della conoscenza di una serie di scelte progettuali e costruttive che sono molto lontane da noi nel tempo. Infine, dal modello 3D HBIM, sono state

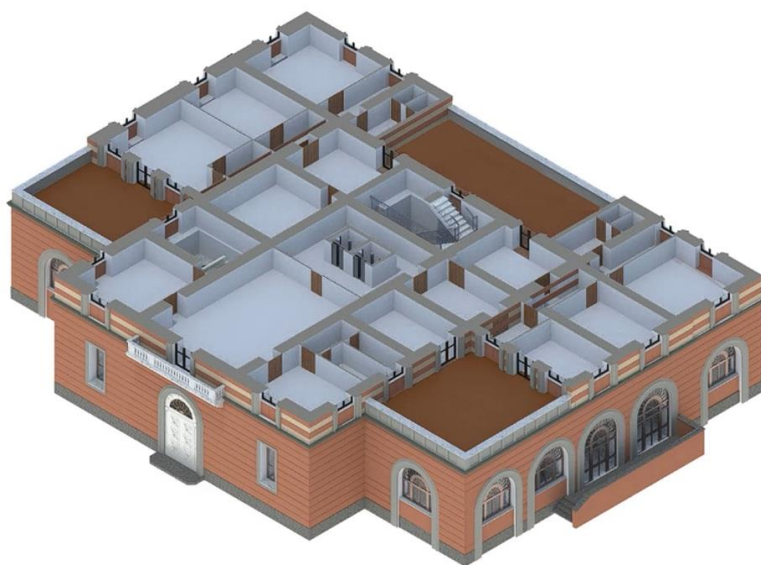
estrapolate una serie di viste bidimensionali che corrispondono ai tipici disegni tecnici che vengono utilizzati in ambito architettonico (piante, sezioni, prospetti).



Per procedere alla modellazione 3D, la nuvola di punti è stata importata direttamente all'interno del software di modellazione BIM, in cui sono state aggiunte anche una serie di informazioni utili a dettagliare tutte le parti del modello. Dal modello ottenuto sono stati estratti anche una serie di grafici e viste tridimensionali ma anche bidimensionali e una serie di tabelle dati utili per esplicitare tutto ciò che è stato raccolto durante la fase di analisi e documentazione.

Questo ha comportato una prima scomposizione del manufatto in una serie di elementi riconosciuti dal punto di vista semantico, direttamente nella [piattaforma usBIM](#).

Avendo utilizzato un [software HBIM](#), è stato possibile modellare in maniera parametrica le volte, i solai, le murature portanti, le finestre, ecc., sfruttando la barra dei comandi appositamente dedicata all'heritage.



La modellazione HBIM del manufatto

Le fasi di lavoro hanno previsto per prima cosa l'importazione della nuvola di punti.

Una serie di piani verticali hanno permesso di riconoscere i vari livelli al fine di semplificare ed organizzare anche la modellazione. Allo stesso modo sono stati inseriti una serie di piani orizzontali corrispondenti ai livelli individuati (piano terra, piano primo, ecc.).

Sempre attraverso la nuvola di punti sono stati individuati gli spessori murari e la consistenza di tutti gli elementi che caratterizzano la villa. In questo modo è stato possibile modellare tutti gli elementi costruttivi: i muri, i solai piani, i solai voltati, le scale (differenziando in particolare la scala storica da quella in cemento armato aggiunta in epoche successive alla realizzazione della villa), gli infissi, le porte, ecc.



Gli elementi specifici non presenti nella libreria degli oggetti BIM (elementi decorativi, dettagli, ecc.) sono stati realizzati e aggiunti come oggetti personalizzati in una libreria dedicata al caso studio specifico. Alla stessa maniera sono stati realizzati tutti i profili delle modanature delle cornici, la merlatura e tutti quei particolari che avvicinano il più possibile modello digitale a quello reale.

Utilizzando [Edificius](#) è stato possibile inserire, sui vari piani del fabbricato, le ortofoto realizzate in fase di rilievo e quelle estrapolate dalla nuvola di punti per supportare la fase di **modellazione dello stato di conservazione** della villa.

In particolare, lo strumento per la documentazione del degrado permette all'utente di dettagliare tutti i fenomeni di grado che la villa presenta, seguendo il lessico Normal.

Prospetto Sud-Ovest



Prospetto Sud-Est



LEGENDA DEGRADO

<p>Alterazione cromatica Variazione naturale, a carico dei componenti del materiale, dei parametri che definiscono il colore. E' generalmente estesa a tutto l'edificio interessato.</p>	<p>Dittacco Soluzione di continuità tra strati di intonaco, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude in genere alla caduta degli strati stessi. Soluzione di continuità tra rivestimento e imposta o tra due rivestimenti.</p>	<p>Graffio vandalico Apposizione incoerente sulla superficie di vernici colorate.</p>	<p>Mancanza Perdita di elementi tridimensionali (straccio di una stucco, ornio di una cornice, brano di una decorazione a rilievo, ecc...)</p>
<p>Colorata Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerosi ad andamento parallelo.</p>	<p>Incretazione/Concrezione Deposito sifiliforme compatto e generalmente aderente al substrato. Si definisce concrezione quando il deposito è sviluppato preferenzialmente in una sola direzione non coincidente con la superficie topica e assume forma stratificata o stolografica.</p>	<p>Lacuna Perdita di continuità tra superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di imposta o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc...)</p>	<p>Fessura biologica Stato sottile ed omogeneo costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore ed adesione al substrato.</p>
<p>Degradazione differenziale Perdita di materiale dalle superfici che evidenzia l'eterogeneità dello tessuto e della struttura. Nel caso degli intonaci può assumere una caratteristica forma a rosella.</p>	<p>Macchia Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali e del materiale sia alla presenza di materiali estranei.</p>	<p>Presenza di vegetazione Presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei.</p>	

Il degrado attraverso il modello HBIM

Tutte le alterazioni e i fenomeni di degrado individuati sono stati modellati sulla base dell'ortofoto, per ottenere tutti i dettagli informativi legati ai parametri utili a definire ogni patologia individuata. Successivamente, per approfondire il quadro conoscitivo dell'opera, si è scelto di federare tutti i modelli a disposizione. In particolare è stato creato un documento in usBIM.federation, sovrapponendo:

- la nuvola di punti acquisita dal drone;
- la nuvola di punti degli ambienti interni, ottenuta con laser scanner;
- il modello tridimensionale realizzato con Edificius ed esportato in formato IFC.

Per allineare i 3 modelli si è agito sulla matrice di traslazione e rotazione affinché i modelli stessi potessero essere coerenti anche dal punto di vista delle coordinate geografiche. Questi modelli, possono essere comunque sempre consultati anche singolarmente e le informazioni gestite in maniera indipendente da tutto il resto.

Altra scelta effettuata durante il lavoro è stata quella di caratterizzare il degrado non soltanto in Edificius ma anche in [usBIM.bsDD](#).

Nel caso specifico, si è scelto di utilizzare una classificazione personalizzata per definire lo stato di conservazione in modo standardizzato, al fine di migliorare la condivisibilità e la lettura dei dati da parte di tutti.

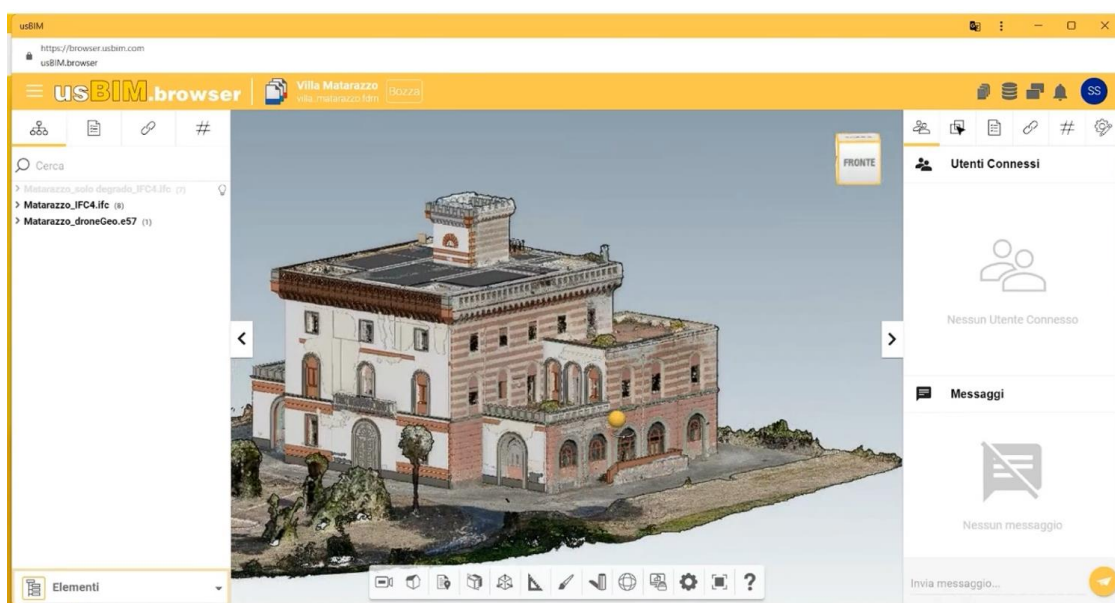
Terminata la fase di analisi e studio dello stato di fatto, ad ogni patologia e fenomeno di degrado individuato, è stato associato anche il tipo di intervento progettuale consigliato al fine di intervenire in modo idoneo al restauro e alla conservazione del bene in esame.

Questa operazione è stata condotta su tutte le patologie di degrado che sono state documentate. Il software Edificius consente anche di interrogare velocemente le alterazioni e di analizzarle graficamente attraverso una mappatura personalizzabile che facilita la lettura dei fenomeni in atto sull'edificio. Analizzare la distribuzione complessiva del degrado sull'edificio aiuta a capire meglio cause e conseguenze di ogni fenomeno rilevato.

Inoltre in usBIM.browser è anche possibile colorare ognuna di queste patologie individuate in modo tale da poterle poi accendere, spegnere e filtrare in maniera veloce, per una migliore interpretazione del dato stesso.

Infine, il modello è stato esportato in formato IFC e reso disponibile alla gestione con qualunque visualizzatore.

Utilizzando usBIM è quindi possibile visualizzare il modello nella sua interezza, organizzare tour virtuali negli spazi interni ed esterni e gestire contestualmente anche la modellazione del degrado.



Questo rende possibile una condivisione completa anche con utenti che non utilizzano la nostra stessa piattaforma e i nostri stessi software BIM.

In particolare, è possibile consultare anche la classificazione dello stato di conservazione, con tutte le documentazioni allegate, le proprietà e le informazioni associate.

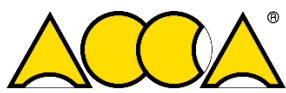
Conclusioni

La documentazione dei luoghi, delle tecnologie e dei materiali è sempre più importante per la salvaguardia del patrimonio così come la comprensione dello stesso garantisce un approccio ottimale sul piano della manutenzione.

A differenza di un processo condotto con metodo tradizionale, la tecnologia HBIM offre il vantaggio di creare e aggiornare periodicamente il database di informazioni sullo stato di conservazione del bene e di creare un archivio condiviso e in continua evoluzione.

Vai su [ACCA](#) e scopri gli strumenti più potenti e professionali per il rilievo, la rappresentazione dello stato di danno, la progettazione degli interventi di riqualificazione dell'esistente e recupero degli edifici storici.

[Clicca QUI e scarica il case study di Villa Matarazzo](#)



ACCA SOFTWARE

[ACCA software SpA](#)

Contrada Rosole 13 - 83043 BAGNOLI IRPINO (AV) – Italy

tel: 0827/69504 - email: info@acca.it - PEC: acca@pec.it